

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 140/151 / Ilmu
Tanaman/Ilmu Tanah (Ilmu Pertanian)
Tema : Ketahanan dan Keamanan Pangan

LAPORAN HASIL PENELITIAN TAHUN II HIBAH KOMPETITIF PENELITIAN STRATEGIS NASIONAL



KEBUTUHAN UNSUR MIKRO PADI SAWAH INTENSIFIKASI YANG DIBERI PUPUK ORGANIK TITONIA PLUS

Dr. Ir. Nalwida Rozen, MP
NIDN : 0004046514
Dr. Ir. Gusnidar, MP
NIDN:0027126212

Dibiayai dana DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Nomor: DIPA-023.04.1.673453/2015, tanggal 14 November 2014

**UNIVERSITAS ANDALAS
NOVEMBER 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul	: Kebutuhan Unsur Mikro Tanaman Padi pada Sawah Intensifikasi yang Diberi Pupuk Organik Titonia Plus
Peneliti/Pelaksana	
Nama Lengkap	: NALWIDA ROZEN
Perguruan Tinggi	: Universitas Andalas
NIDN	: 0004046514
Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
Program Studi	: Agroteknologi
Nomor HP	: 08126769753
Alamat surel (e-mail)	: nalwida_rozen@yahoo.co.id
Anggota (1)	
Nama Lengkap	: GUSNIDAR
NIDN	: 0027126212
Perguruan Tinggi	: Universitas Andalas
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama Institusi Mitra	: Dinas Pertanian Tanaman Pangan Sumatera Barat
Alamat	: Jalan Sudirman, Padang
Penanggung Jawab	: Ir. Djoni
Tahun Pelaksanaan	: Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan	: Rp 94.000.000,00
Biaya Keseluruhan	: Rp 286.500.000,00

Mengetahui,
Ketua, Fakultas Unand



(Prof. Ir. Andi, MSc.)
NIP/NIK 195312161980031004

Padang, 9 - 11 - 2015

Ketua,



(NALWIDA ROZEN)
NIP/NIK 196504041990032001

Mengetahui,
Ketua, IPM Unand



(Prof. Dr. Herwandi, M.Hum)
NIP/NIK 196269131989011001

DAFTAR ISI

	RINGKASAN	4
BAB 1	PENDAHULUAN	5
1.1.	Latar Belakang dan Perumusan Masalah	5
1.2.	Tujuan dan Keutamaan Penelitian	7
1.3.	Luaran dan Manfaat Hasil Penelitian	7
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1.	Road Map Penelitian tentang Titonia (Gambar 1)	9
2.2.	Titonia sebagai Bahan Baku Pupuk Organik	10
2.3.	Pemanfaatan Titonia dan Jerami Padi sebagai Pupuk Organik	11
2.4.	Kebutuhan Unsur Mikro bagi Tanaman.	13
2.5.	Penerapan Metode SRI untuk Ketahanan Pangan.	17
2.6.	Aplikasi unsur mikro pada tanaman padi yang diberi POTP	18
BAB III.	BAHAN DAN METODA	21
3.1.	Waktu dan Tempat	21
3.2.	Bahan dan Alat	21
3.3.	Rancangan Percobaan	22
3.4.	Pelaksanaan Penelitian Tahun II (Tahap III)	24
3.5.	Pengamatan POTP, Tanah, dan Tanaman	26
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1.	Percobaan Tahun II Tahap III	28
4.2.	Pembahasan	38
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1.	Kesimpulan	39
5.2.	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA	40
	LAMPIRAN	43

RINGKASAN

Masalah strategis nasional adalah belum berswasembada beras. Penggunaan pupuk sintetik merupakan faktor penentu produksi terbesar, tetapi harganya makin mahal, sehingga menjadi masalah nasional. Oleh karenanya, pupuk alternatif harus ditemukan. Hasil penelitian terbaru (2009-2011) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik titonia plus (POTP) dapat mengurangi aplikasi pupuk sintetik hingga 50% dalam meningkatkan hasil padi pada sawah bukaan baru di Dharmasraya, serta sawah intensifikasi di Padang, Solok, dan di Tanah Datar. Akan tetapi, hasil padi pada sawah intensifikasi dengan POTP tersebut masih sekitar 6 ton/ha, pada hal hasil optimal yang diharapkan dengan POTP sekitar 8 ton/ha. Hal itu diduga akibat adanya gejala kekurangan unsur hara mikro. Unsur mikro apa yang diperlukan dalam pembuatan POTP belum diketahui.

Sehubungan dengan hal itu, diperlukan suatu kajian mendasar pada lingkungan dan bahan yang terkendali di Rumah Kaca, selama 1 tahun dengan 2 tahap. Kemudian dilanjutkan di lapangan, selama 2 tahun. Tujuan penelitian ini adalah : melengkapi formula POTP dengan unsur mikro untuk mengurangi aplikasi pupuk sintetik hingga 50% pada sawah intensifikasi dengan target hasil gabah sekitar 8 ton/ha. Tujuan jangka panjang adalah mempercepat terwujudnya swasembada beras, menuju ketahanan dan keamanan pangan nasional. Keutamaan penelitian ini adalah mampu memecahkan masalah nasional berupa semakin mahalnya pupuk sintetik, dengan memanfaatkan sumberdaya lokal.

Percobaan pot Tahap I menggunakan rancangan acak kelompok dengan perlakuan 6 macam unsur mikro (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo) pada padi sawah yang diberi POTP+50% pupuk sintetik N dan K, ditambah perlakuan POTP saja, dan 100% pupuk sintetik saja. Hasil penelitian Tahap I disimpulkan bahwa, unsur mikro yang dibutuhkan tanaman padi yang diberi POTP adalah Mn dengan kenaikan hasil 21% dan Zn dengan kenaikan hasil 17%. Oleh karena itu, percobaan pot Tahap II berbentuk faktorial 4 x 4 dengan 3 kelompok. Faktor Mn terdiri atas 4 taraf (Mn0, Mn1, Mn2, dan Mn3), Faktor Zn juga 4 taraf (Zn0, Zn1, Zn2, dan Zn3). Dari hasil percobaan Tahap II ditemukan 3 kombinasi Mn dan Zn yang memberikan hasil setara sekitar 8t/ha, yaitu 4,5kg Mn + 0kg Zn; 4,5 kg Mn+6kg Zn; dan 4,5 kg Mn+9kg Zn per hektar.

Berdasarkan hasil percobaan 2 tahap pada Tahun I, maka penelitian ini perlu dilanjutkan pada Tahun II dengan perlakuan 3 kombinasi Mn dan Zn tersebut yang akan ditambahkan dalam pembuatan POTP, sehingga didapatkan 3 formula POTP baru yaitu POTP+4,5kg Mn + 0kg Zn; POTP+4,5 kg Mn+6kg Zn; dan POTP+ 4,5 kg Mn+9kg Zn per hektar. Tiga formula POTP baru tersebut akan diteliti di lapangan pada sawah intensifikasi di kota Padang. Formula POTP terbaik pada tahun II yaitu POTP+3kgMn/ha+0kgZn/ha dan POTP+3kgMn/ha+3kgZn/ha dapat diaplikasikan ke sawah, akan diuji multi lokasi di kabupaten Solok dan Tanah Datar pada Tahun III.

Luaran penelitian ini adalah formula POTP baru yang dilengkapi unsur mikro untuk dialihkan ke petani dan dipatenkan. Manfaat bagi mitra (Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Kementan) adalah (1) tersedianya paket teknologi pembuatan pupuk organik Titonia plus dengan bahan baku sumberdaya lokal untuk diterapkan di tingkat petani melalui demplot, guna mengurangi aplikasi pupuk sintetik hingga 50%, (2) bagi petani, mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetik, dan (3) bagi pengusaha pupuk organik adalah tersedianya metode pembuatan pupuk organik Titonia plus untuk diproduksi (setelah dipatenkan).

Keywords : unsur mikro, pupuk organik titonia plus, kurangi 50% pupuk sintetik

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Perumusan Masalah

Sebelum tahun 1960an, Indonesia adalah Negara pengimpor beras terbesar di dunia. Pada awal tahun 1960an, Indonesia mulai menerapkan Panca Usaha, dengan komponen utama penggunaan pupuk sintetis dan varietas unggul yang tanggap terhadap pupuk sintetis melalui bimbingan massal (Bimas). Program ini sukses gemilang dalam meningkatkan produksi beras di Indonesia. Setelah 20 tahun, kerja keras tersebut mengantarkan Indonesia menjadi negara swasembada beras dan mendapat penghargaan dari Badan Pangan Dunia FAO pada tahun 1984.

Namun demikian, peningkatan takaran pupuk sintetis N, P, dan K tidak lagi diikuti oleh peningkatan produksi padi yang sebanding (terjadi pelandaian peningkatan produksi padi). Akibatnya, Indonesia kembali menjadi negara pengimpor beras terbesar di dunia. Pada 2007 produksi padi Indonesia hanya 57,157 juta ton, sehingga Indonesia harus mengimpor beras sebesar 1,3 juta ton (Saragih, 2008 dan BPS, 2012).

Salah satu penyebab pelandaian peningkatan produksi padi adalah karena terganggunya keseimbangan hara dalam tanah akibat penggunaan pupuk sintetis hanya terbatas pada nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) saja. Pada hal, tanaman membutuhkan 13 macam unsure hara dari tanah (Nyakpa *et al.*, 1988). Pupuk alam/organik, mengandung seluruh unsur hara yang dibutuhkan tanaman, tidak hanya N, P, dan K, tetapi juga kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan sulfur (S), serta unsur mikro yang meliputi besi (Fe), seng (Zn), mangan (Mn), tembaga (Cu), boron (B), klor (Cl), dan molybdenum (Mo), tetapi sudah lama ditinggalkan petani.

Disamping masalah unsur hara yang tidak berimbang pada penggunaan pupuk sintetis tersebut, harga pupuk sintetis yang semakin mahal, juga merupakan masalah besar bagi petani. Oleh karena itu, penggunaan pupuk sintetis harus dikurangi tanpa menurunkan produksi. Salah satu cara adalah pemakaian pupuk organik (BPT, 2006).

Sehubungan dengan hal itu, Nurhajati Hakim *et al.*, (2009, 2010, dan 2011) mencoba mengatasi masalah tersebut dengan meramu dan menggunakan

pupuk organik titonia plus (POTP), yaitu pupuk organik yang dibuat dengan bahan baku titonia (*Tithonia diversifolia*), plus jerami padi dan/atau pupuk kandang, kapur, pupuk P, dan mikroorganisme (agen hayati). Dasar penggunaan POTP adalah karena titonia mengandung unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) yang relatif tinggi. Nurhajati Hakim (2002), Nurhajati Hakim dan Agustian (2003) melaporkan bahwa rata-rata kandungan hara titonia yang terdapat di Sumatera Barat sekitar 3,16 % N, 0,38 % P, dan 3,45 % K. Selain hara N, P, dan K, titonia juga mempunyai kadar hara 0,59 % Ca, dan 0,27 % Mg.

Nurhajati Hakim *et al.*, (2010 dan 2011) melaporkan bahwa penggunaan POTP pada sawah intensifikasi dengan metode SRI mampu mengurangi penggunaan pupuk sintetis N dan K hingga 50%, dengan hasil sedikit lebih tinggi daripada 100% pupuk sintetis. Pemanfaatan POTP dengan metode SRI tersebut dapat menghasilkan gabah sebesar 4,6 - 5,0 ton ha⁻¹ di Air Pacah, kota Padang, sebanyak 3,6 - 4,6 ton ha⁻¹ di Jawi-jawi, kabupaten Solok, dan sebanyak 6,8 - 7,0 ton ha⁻¹ di Rambatan, kabupaten Tanah Datar. Akan tetapi, mereka menyatakan bahwa hasil padi yang diperoleh pada sawah intensifikasi tersebut, belum optimal seperti yang diharapkan (sekitar 8 ton/ha). Nurhajati Hakim *et al.*, (2010) menduga, bahwa salah satu penyebabnya mungkin kekurangan unsur mikro yang ditunjukkan oleh gejala bercak kuning kecoklatan (brownzing) pada daun.

Berdasarkan informasi tersebut, masalahnya dapat dirumuskan bahwa tampaknya formula POTP yang sudah ada, belum mampu memberikan unsur mikro yang cukup bagi tanaman padi untuk berproduksi optimal pada sawah intensifikasi. Unsur mikro apa yang kurang di antara unsur mikro esensial (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl dan Mo), belum diketahui, sehingga perlu diteliti lagi secara mendasar dan terapan. Kajian terhadap unsur mikro relatif tertinggal. Pada hal unsur mikro sangat dibutuhkan, meskipun dalam jumlah kecil.

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, Nurhajati Hakim *et al.*, (2014) telah melanjutkan penelitian yang tadinya sudah diterapkan di lapangan, kembali lagi ke rumah kaca. Percobaan pot Tahap I menggunakan rancangan acak kelompok dengan perlakuan 6 macam unsur mikro (Fe, Mn, Cu, Zn, B, Mo) pada padi sawah yang diberi POTP+50% pupuk sintetis N dan K, ditambah perlakuan POTP saja, dan 100% pupuk sintetis saja. Hasil penelitian Tahap I disimpulkan bahwa, unsur mikro yang dibutuhkan tanaman padi yang diberi POTP adalah

Mn dengan kenaikan hasil 21% dan Zn dengan kenaikan hasil 17%. Oleh karena itu, percobaan pot Tahap II berbentuk faktorial 4 x 4 dengan 3 kelompok. Faktor Mn terdiri atas 4 taraf (Mn₀, Mn₁, Mn₂, dan Mn₃), Faktor Zn juga 4 taraf (Zn₀, Zn₁, Zn₂, dan Zn₃). Dari hasil percobaan Tahap II ditemukan 3 kombinasi Mn dan Zn yang memberikan hasil setara sekitar 8t/ha, yaitu 4,5kg Mn + 0kg Zn; 4,5 kg Mn+6kg Zn; dan 4,5 kg Mn+9kg Zn per hektar.

Berdasarkan hasil percobaan Nurhajati Hakim *et al.*, (2014) 2 tahap pada Tahun I, maka penelitian ini dilanjutkan pada Tahun II (2015) dengan perlakuan 3 kombinasi Mn dan Zn tersebut yang ditambahkan dalam pembuatan POTP, sehingga didapatkan 3 formula POTP baru yaitu POTP+4,5kg Mn+0kg Zn; POTP+4,5kg Mn+6kg Zn; dan POTP+4,5kg Mn+9kg Zn per hektar. Tiga formula POTP baru tersebut diteliti manfaatnya di lapangan pada sawah intensifikasi di kota Padang. Formula POTP terbaik pada tahun II yaitu POTP+3kgMn/ha+0kgZn/ha dan POTP+3kgMn/ha+3kgZn/ha, akan diuji multi lokasi di kabupaten Solok dan Tanah Datar pada tahun III.

Setelah 3 tahun akan **ditemukan formula baru POTP yang dilengkapi jenis dan dosis unsur mikro**. Diharapkan penambahan unsur mikro dalam pembuatan POTP untuk sawah intensifikasi dengan metode SRI hasil padi akan dapat ditingkatkan menjadi optimal (sekitar 8 ton/ha).

1.2. Tujuan dan Keutamaan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah : melengkapi formula POTP dengan unsur mikro (Mn dan Zn) untuk mengurangi aplikasi pupuk sintetis hingga 50% dalam penerapan metode SRI pada sawah intensifikasi dengan target hasil gabah setara atau lebih besar daripada 8 ton/ha. Tujuan jangka panjang adalah mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk sintetis dan mempercepat terwujudnya swasembada beras, menuju ketahanan dan keamanan pangan nasional.

Keutamaan hasil penelitian ini adalah menghasilkan formula produk pupuk organik yang mampu memecahkan masalah nasional berupa pelandaian produksi padi dan semakin mahalnya pupuk sintetis, dengan memanfaatkan pupuk organik berbahan baku sumberdaya lokal.

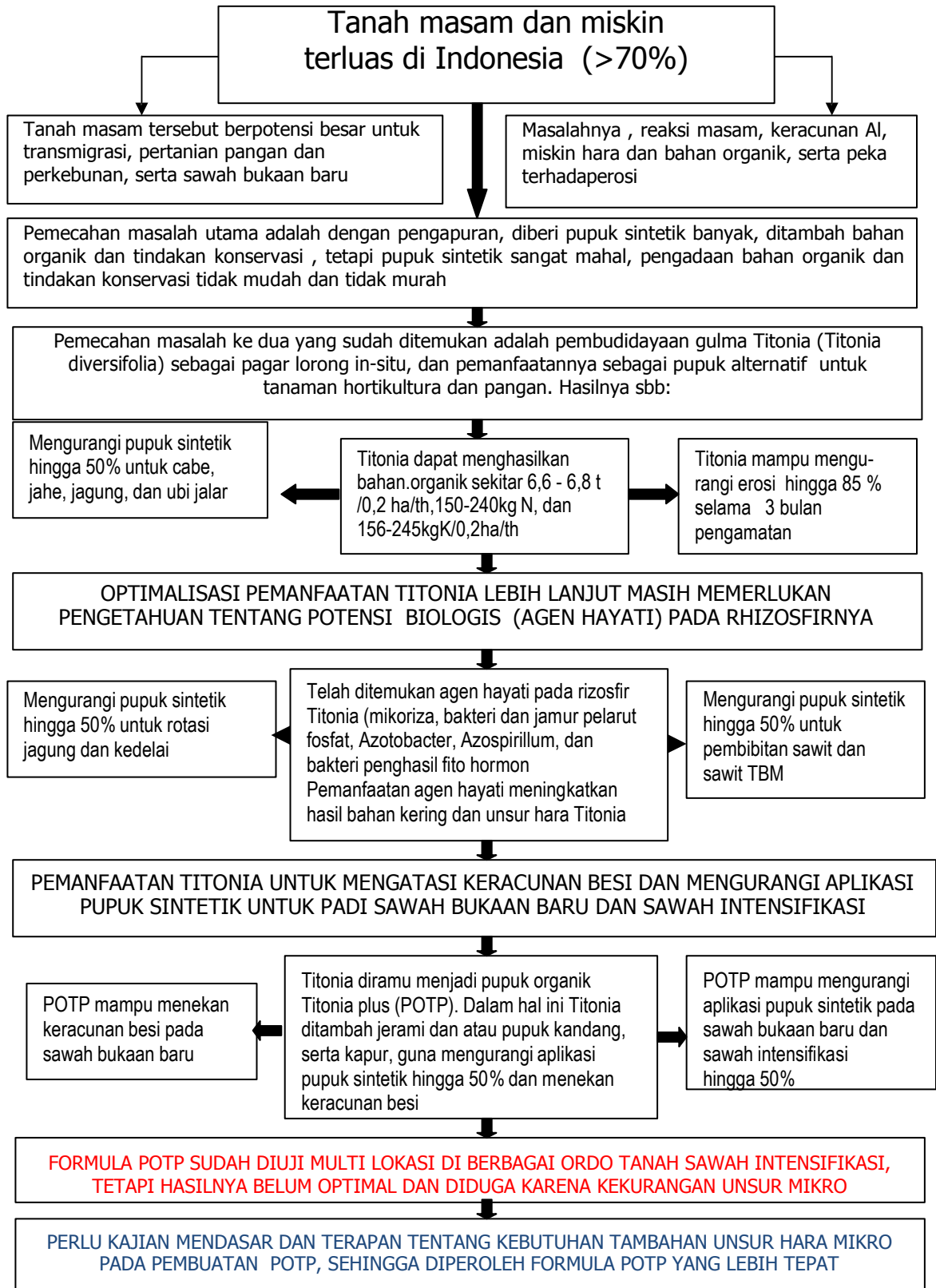
1.3. Luaran dan Manfaat Hasil penelitian

Luaran penelitian ini adalah formula POTP yang dilengkapi unsur mikro untuk dialihkan ke petani dan dipatenkan. Manfaat bagi mitra yaitu Dinas Pertanian Tanaman Pangan (Kementan) adalah (1) tersedianya paket teknologi pembuatan

pupuk organik plus dengan bahan baku sumberdaya lokal (titonia, jerami, kapur, agen hayati) untuk diterapkan di tingkat petani guna mengurangi aplikasi pupuk sintetis 50%, dengan hasil padi lebih tinggi daripada 100% pupuk sintetis, (2) bagi petani mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis, dan (3) bagi pengusaha pupuk organik adalah tersedianya formula dan metode pembuatan pupuk organik plus (POTP) baru untuk diproduksi (setelah dipatenkan).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Road Map Penelitian tentang Titonia (Gambar 1)



Gambar 1. Road Map Penelitian tentang Titonia

2.2. Titonia sebagai Bahan Baku Pupuk Organik

Titonia (*Tithonia diversifolia*) atau bunga matahari Mexico (Mexican sunflower) adalah sebangsa gulma yang dapat tumbuh bagus sembarang tanah, mengandung unsur hara yang tinggi, terutama N dan K, yaitu sekitar 3,5% N, 0,38% P, dan 4,1% K (Jama *et al.* 2000; Sanchez dan Jama, 2000). Titoni juga mengandung 0,59% Ca; dan 0,27% Mg (Rutunga *et al.*, 1999). Nurhajati Hakim (2002) melaporkan bahwa pangkasan gulma titonia (batang dan daun sepanjang 50 cm dari pucuk) yang dikoleksi dari beberapa lokasi di Sumatera Barat, rata-rata mengandung unsur hara sebanyak 3,16% N; 0,38% P; dan 3,45% K.

Titonia dapat tumbuh bagus di pinggir-pinggir saluran air, di pinggir-pinggir jalan, di pinggir danau dan bahkan di pinggir laut, serta memenuhi syarat untuk dijadikan pupuk hijau penghasil pupuk organik (Nurhajai Hakim dan Agustian, 2003, 2004 dan Nurhajati Hakim *et al.*, 2004). Nurhajati Hakim dan Agustian (2005a, 2005b) melaporkan bahwa titonia dapat dibudidayakan pada lahan kering bereaksi masam seperti Ultisol dengan pola pagar lorong berjarak 5 m (2000 m baris/ha) atau pagar kebun 10m x 10m (1900m baris/ha), dan dapat dipangkas setiap 2 bulan. Dengan teknik budidaya tersebut mereka melaporkan bahwa titonia dapat menghasilkan 6,6 sampai 6,8 ton bahan kering (sekitar 40 ton titonia segar) serta unsur hara sekitar 150 sampai 240 kg N dan 156 sampai 245 kg K per tahun per 0,20 hektar lahan.

Gusnidar (2007) mencoba membudidayakan titonia di pematang sawah intensifikasi, ternyata titonia dapat tumbuh dengan baik sampai kedalaman genangan air 7,5cm. Ia melaporkan bahwa dari panjang pematang sawah 2000m/ha, titonia dapat menghasilkan bahan organik sebanyak 6,6 ton, serta unsur hara sekitar 270 kg N, 15 kg P, dan 284 kg K per tahun. Jika panjang pematang hanya 1000m/ha, maka akan dihasilkan bahan organik dan unsur hara 50% dari jumlah tersebut.

Nurhajati Hakim *et al.*, (2008) dan Asman *et al.*, (2008) melaporkan bahwa kadar hara yang tinggi dalam titonia ternyata disebabkan oleh bantuan agen hayati yang hidup pada rizosfirnya. Pada rizosfir titonia ditemukan bakteri penambat N seperti *Azospirillum* dan *Azotobacter*, bakteri pelarut fosfat (BPF), jamur pelarut fosfat (JPF). Selanjutnya, Nurhajati Hakim *et al.*, (2009a) menemukan bahwa

reinokulasi mikoriza + JPF pada rizosfir titonia yang dibudidayakan sebagai pagar lorong dapat menghasilkan bahan kering sebanyak 8,13 ton, sebanyak 201,4 kg N; 25,9 kg P; dan 215 kg K per tahun per 0,20 ha lahan. Jika reinokulasi dengan mikoriza+BPF, maka dihasilkan sebanyak 7,77 ton, sebanyak 172,1 kg N; 24,4 kg P; dan 193,5 kg K per tahun per 0,20 ha lahan. Nurhajati Hakim *et al.*, (2009b) juga berhasil membudidayakan titonia di sekitar lokasi persawahan seperti di pinggir saluran irigasi dan pinggir jalan usaha tani. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa titonia sangat layak sebagai sumber bahan baku pupuk organik.

2.3. Pemanfaatan Titonia dan Jerami Padi sebagai Pupuk Organik

Nurhajati Hakim *et al.*, (2003) melaporkan bahwa kebutuhan NK pupuk sintetis untuk tanaman cabai dan jahe pada Ultisol dapat disubstitusi (digantikan) sebanyak 50% dengan NK dari titonia. Nurhajati Hakim dan Agustian (2004 dan 2005a dan 2005b), mengemukakan bahwa pengurangan 50% pupuk sintetis dengan titonia dapat memberikan hasil cabai segar sebanyak 9,36 ton ha⁻¹ dan jahe segar sebanyak 13,25 ton ha⁻¹, sedangkan dengan 100% pupuk sintetis hanya sebanyak 8,24 ton cabai ha⁻¹, dan 9,8 ton jahe ha⁻¹. Dengan kadar hara rata-rata

2,5% N, 2,5% K, dan 0,25% P, maka penggunaan titonia sebanyak 4 ton/ha akan menyumbangkan minimal sebanyak 100 kg N, 100 kg K, dan 10 kg P. Jumlah tersebut dapat mengurangi penggunaan pupuk sintetis N, P, dan K hingga 50%.

Nurhajati Hakim *et al.*, (2007) memproses titonia menjadi kompos dan ditambah dengan agen hayati, kapur, dan pupuk sintetis. Mereka melaporkan bahwa penggunaan kompos titonia guna mengurangi aplikasi pupuk sintetis sebanyak 50% dapat meningkatkan pH tanah, mengurangi kelarutan Al, serta meningkatkan kadar hara N, P, dan K tanah. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa berbagai agen hayati (stardec, orgadec, dan EM4) tidak memberikan hasil jagung dan kedelai yang berbeda. Akan tetapi, kompos yang diberi agen hayati stardec memberikan hasil jagung lebih tinggi yaitu sebanyak 6,7 ton ha⁻¹ sedangkan kompos yang diberi EM4 memberikan hasil kedelai yang lebih tinggi yaitu 1,8 ton ha⁻¹.

Selanjutnya, Gusnidar (2007) menggunakan titonia sebagai pupuk pada sawah intensifikasi di Sicincin kabupaten Padang Pariaman. Ia melaporkan bahwa penggunaan titonia segar setara 5 ton kering ha⁻¹ dapat mengurangi penggunaan

pupuk N 50% (100 kg Urea), 80% pupuk P (162 kg SP36), dan 100% pupuk K (75 kg KCl), dengan hasil 6 ton ha⁻¹. Berikutnya, Gusnidar (2007) melaporkan bahwa pemanfaatan 2,5 ton titonia + 150 kg Urea pada sawah intensifikasi dapat memberikan hasil padi yang tinggi sebanyak 8 ton ha⁻¹. Tanah sawah tersebut sudah kaya dengan P dan K karena merupakan sawah intensifikasi sejak 20 tahun yang lalu, sehingga penambahan titonia saja dapat menghemat aplikasi N, P, dan K pada sawah intensifikasi 50 sampai 75%.

Jerami padi merupakan sumber utama bahan organik pada tanah sawah bila dikembalikan ke dalam tanah. Komposisi hara dalam jerami padi mengandung kurang lebih 0,6 % N; 0,1 % P; 1,5 % K; 0,1 % S; 5 % Si dan 40 % C. Pembenanaman jerami ke dalam tanah sawah dapat meningkatkan kandungan C organik, N, P-tersedia, K, dan Si, sehingga meningkatkan hasil padi (Ponnamperuma, 1984). Meskipun jerami padi adalah sumber utama bahan organik pada tanah sawah, tetapi kebiasaan petani lebih senang membakar jerami, dengan pertimbangan mudah dilaksanakan. Sejak penerapan metode SRI, pemanfaatan jerami mulai menjadi perhatian (Sri Adiningsih *et al.*, cit Adimiharja 2004). Guna mempercepat pelapukan jerami dilakukan pengomposan dengan agen hayati seperti *Trichoderma Harziaman*.

Sri Adiningsih *et al.*, (cit. Adimiharja.2004) melaporkan bahwa pengembalian 5 ton jerami ha⁻¹ pada tanah sawah kahat K, dapat mengurangi penggunaan pupuk K. Selanjutnya mereka menyatakan bahwa penggunaan jerami padi selama 6 musim tanam di Sukarami dapat meningkatkan efisiensi pemupukan N dan P, sehingga meningkatkan produksi padi. Pemanfaatan 5 ton jerami yang ditambah 200 kg Urea dan 150 kg TSP ha⁻¹ di Sumatera Barat dapat memberikan hasil padi sebanyak 7 ton ha⁻¹, sedangkan penggunaan 5 ton jerami yang disertai pupuk N, P, dan K serta kapur dolomite dapat meningkatkan hasil sebanyak 40%.

Berdasarkan pertimbangan hasil penelitian pemanfaatan titonia dan jerami tersebut, Nurhajati Hakim *et al.*, (2009b) meramu pupuk organik titonia plus (POTP) dengan bahan baku titonia + jerami padi dan/atau pupuk kandang + kapur + pupuk P, untuk mengendalikan keracunan besi dan mengurangi aplikasi pupuk sintetik dalam meningkatkan hasil padi pada sawah bukaan baru di Sitiung, kabupaten Dharmasraya. Hasil penelitian Nurhajati Hakim *et al.*, (2009b)

disimpulkan bahwa pemanfaatan POTP dengan masa inkubasi 3 minggu dapat menurunkan kelarutan besi dari 500 ppm menjadi 221 ppm dan meningkatkan hasil padi dari 1,9 menjadi 4 ton ha⁻¹. Formula POTP yang lebih tepat dalam mengendalikan keracunan besi dan meningkatkan hasil padi, serta memberikan keuntungan lebih tinggi pada sawah bukaan baru untuk 1 ha lahan, adalah 2 ton titonia + 5 ton jerami padi + 500 kg kapur + 50% N dan K pupuk sintetis dengan keuntungan Rp. 4.265.000 ha⁻¹.

Sehubungan dengan hal itu, Nurhajati Hakim *et al.*, (2010) berharap pemanfaatan POTP dalam penerapan metode SRI pada sawah intensifikasi tanah asal Inceptisol di kota Padang, tanah Andisol di kabupaten Solok, dan Oxisol di kabupaten Tanah Datar yang tidak bermasalah keracunan besi akan dapat memberikan hasil padi sekitar 8 ton ha. Akan tetapi, Nurhajati Hakim *et al.*, (2010) melaporkan bahwa hasil padi yang mereka peroleh dengan POTP tersebut hanya sebesar 4,6 - 5,0 ton ha⁻¹ di Air Pacah, kota Padang, sebanyak 3,6 - 4,6 ton ha⁻¹ di Jawi-jawi, kabupaten Solok, dan sebanyak 6,8 - 7,0 ton ha⁻¹ di Rambatan, kabupaten Tanah Datar. Mereka menduga bahwa salah satu penyebabnya adalah kekurangan unsur hara mikro dengan gejala bercak kuning kecoklatan pada daun.

Tampaknya, formula POTP yang telah dipublikasi Nurhajati Hakim *et al.*, (2012) perlu dilengkapi dengan unsur mikro seperti Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl, atau Mo. Selanjutnya akan dijelaskan peran unsur mikro.

2.4. Kebutuhan Unsur Mikro bagi Tanaman.

Unsur mikro merupakan unsur yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit (<100ug per g bahan kering tanaman), dan bila kelebihan akan meracuni bagi tanaman, (Hakim *et al.*, 1986). Unsur hara mikro yang pertama kali dikenal adalah besi (Fe) yang ditemukan oleh Sachs pada tahun 1860, diikuti mangan (Mn) pada tahun 1922 oleh McHague, boron (B) tahun 1923 oleh Warington, Seng (Zn) tahun 1926 oleh Sommer dan Lipman, tembaga (Cu) 1931 oleh Lipman dan MacKinney, molibdenum (Mo) 1938 oleh Arno dan Stout, serta Klor (Cl) tahun 1954 oleh Broyer *et al.*, (Marschner, 1990).

Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kekahatan (kekurangan) unsur mikro antara lain adalah : kadar unsur sangat rendah dalam tanah, pH rendah atau dapat juga terlalu alkalis, tekstur tanah, jenis tanah, terjadinya fiksasi atau

penguapan, karena tergenang, kadar bahan organik rendah dan sebagainya (Rosmarkam, 2001).

2.4.1. Besi (Fe)

Mineral sumber utama besi ialah $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$; FeO ; $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; dan Fe Frits (Sauchelli, 1969 *cit* Murphy dan Walsh, 1972). Kahat Fe terjadi pada tanah alkalin, sebaliknya sering berlebihan pada tanah masam, (Murphy dan Walsh, 1972). Kerak bumi mengandung 5 % Fe yang sebagian besar terdapat dalam kisi-kisi kristal mineral, sehingga kahat Fe jarang terjadi.

Besi diambil tanaman dalam bentuk Fe^{3+} dalam keadaan aerobik dan Fe^{2+} dalam kondisi anaerobik. Kadar Fe dalam tanaman sekitar 100 ppm (Marschner, 1990). Serapan unsur Fe per musim tanam dengan produktivitas gabah 6 t Ha^{-1} adalah sekitar 500 g Fe. Sekitar 50% Fe yang diserap tanaman terdapat dalam jerami, (Setroyini *et al.*, 2010). Unsur Fe berperan dalam sintesis klorofil dan enzim-enzim yang berfungsi dalam sistem tranfer elektron. Gejala kahat Fe ditandai oleh khlorosis pada daun (Salisbury dan Ross, 1992).

2.4.2. Mangan (Mn)

Unsur Mn dikandung dalam berbagai bebatuan primer terutama yang tersusun oleh ferro-maggesian, pirolsit (MnO_2) dan Manganit [$\text{MnO}(\text{OH})$]. Dalam tanaman ditemukan sekitar 0,005% atau 50 ppm (Marschner, 1990). Dibanding dengan unsur mikro lainnya, unsur ini paling banyak terdapat pada jerami seperti padi dan jagung, serta kedelai. Dalam keadaan tergenang Mn^{4+} dan Mn^{3+} tereduksi menjadi Mn^{2+} , kation-kation Mn^{2+} larut, sehingga meningkatkan ketersediaan Mn tanah (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Unsur Mn berfungsi sebagai katalisator beberapa proses reduksi-oksidasi, aktivator beberapa enzim, pemecah molekul air pada fotosintesis dan komponen membran kloroplas (Hanafiah, 2007). Defisiensi mangan sering ditemukan pada tanah ber-pH netral dan tanah alkalin atau Sodik. Unsur Mn sangat mudah larut dan dapat di aplikasikan melalui daun. Unsur Mn sukses diaplikasikan melalui daun, dan tidak efektif melalui tanah, (Murphy dan Walsh, 1972). Serapan unsur ini setiap kali panen sebanyak sekitar 3 kg Mn tiap 6 ton gabah dan jerami. ha^{-1} (Setroyini *et al.*, 2010).

2.4.3. Seng (Zn)

Sumber utama seng adalah ZnO , ZnS , ZnCO_3 , $\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{Zn(OH)}_2$. Kahat Zn dihubungkan dengan kondisi yang bervariasi, seperti tanah alkalin, kurang bahan organik, kekurangan atau kelebihan air (Murphy dan Walsh, 1972). Menurut Hanafiah (2007), pada kasus lain, dijumpai defisiensi Zn sebagai akibat pemupukan fosfat dengan takaran tinggi yang menyebabkan Zn diikat oleh senyawa fosfat-terlarut.

Kadar Zn rata-rata tanaman sekitar 0,002% atau 20 ppm dan diserap dalam bentuk Zn^{2+} (Marschner, 1990). Unsur Zn berperan penting terutama dalam sistem enzim yang mengatur berbagai aktivitas metabolik. Untuk mengurangi kahat Zn pada tanah, bahan organik berupa jerami supaya dikembalikan kedalam tanah, karena 60% Zn terdapat dalam jerami (Setroyini *et al.*, 2010).

2.4.4. Tembaga (Cu)

Sumber mineral tembaga banyak terdapat pada CuO , Cu_2O dan Cu_2S . Tembaga diambil tanaman dalam bentuk ion Cu^{2+} yang juga dapat diserap melalui daun. Kation ini membentuk senyawa khelat dengan bahan organik sehingga ketersediaannya menurun, bila tanah kaya bahan organik. Kadar Cu dalam tanaman sekitar 6 ppm (Murphy dan Walsh, 1972).

Kahat unsur ini sering dijumpai pada tanah organik (gambut) juga tanah *berpasir* dengan intensitas pelindihan yang tinggi. Unsur Cu paling banyak terdapat dalam jerami. Pembakaran jerami tidak menyebabkan Cu tervolatiasi kecuali hilang terbawa aliran permukaan, (Setroyini *et al.*, 2010). Ion Cu yang imobil dan berfungsi sebagai enzim sitokrom oksidase dalam respirasi mitokondria mereduksi kedua atom dari molekul O_2 , sebagai penyusun protein, kloroplas, dan berperan dalam metabolisme protein karbohidrat serta fiksasi N_2 , (Hanafiah, 2007).

2.4.5. Boron (B)

Mineral utama sumber B adalah fourmalin , yang jika terlapuk akan menghasilkan ion borat (BO_3) yang dapat diserap tanaman. Boron berfungsi dalam metabolisme karbohidrat dan transaksi gula, dalam proses sintesis asam nukleat dan pada membran, sehingga banyak terakumulasi dalam bahan organik tanah. Hal ini menyebabkan ketersediaanya terkait dengan tingkat dekomposisi bahan organik (Hanafiah, 2007).

Kekurangan B sangat sering terjadi pada tanah berwarna terang di daerah basah terutama pada tanah masam dan berpasir. Aplikasi B pada tanah tergantung pada spesies tanaman, cara pengolahan lahan, curah hujan, dan bahan organik (Murphy dan Walsh, 1972). Pada umumnya family dari rerumputan menyerap B lebih rendah dari tanaman lain, (Shive, 1941 *cit* Murphy dan Walsh, 1972). Kadar B rata-rata dalam tanaman sekitar 20 ppm (Marschner, 1990). Berdasarkan pengamatan langsung di lahan petani, Nurhajati Hakim dan Agustian (2002) menemukan petani cabe sudah terbiasa menggunakan B sebagai pupuk. Belum ditemukan laporan penggunaan B untuk tanaman padi.

2.4.6. Molybdenum (Mo)

Sumber Mo pada tanah adalah sodium molybdate dan ammonium molibdat $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ yang sangat mudah larut dalam penggunaannya. Telah dilaporkan bahwa defisiensi Mo khususnya terdapat pada tanah masam, (Anderson, 1956; Rubins, 1956 *cit*. Murphy dan Walsh, 1972).

Sejak diketahui bahwa Mo dibutuhkan pada proses fiksasi N simbiotik, kekurangan Mo sering ditemukan pada legum. Kadar Mo dapat diperbaiki dengan aplikasi Mo pada tanah, daun, dan perlakuan benih, (Murphy dan Walsh, 1972). Kadar hara Mo rata-rata dalam tanaman hanya 0,00001% (0,1ppm). Unsur Mo diambil tanaman dalam bentuk MoO_4^{2-} (Marschner, 1990). Unsur Mo dibutuhkan tanaman karena merupakan komponen yang terlibat dalam sistim enzim utama yaitu enzim nitrogenase dan enzim nitrat reduktase (Hanafiah, 2007).

2.4.7. Khlor (Cl)

Unsur Cl diambil tanaman dalam bentuk ion Cl^- dan dengan kadar rata-rata 0.01% atau 100 ppm (Marschner, 1990). Anion Cl^- merupakan ion yang melimpah dalam larutan hara tanaman, tetapi yang digunakan oleh tanaman hanya sedikit. Defisiensi Cl ini disebabkan oleh kompetisi antar anion (Cl^- , NO_3^- , dan SO_4^{2-}) dalam sel tanaman. Unsur ini terutama berperan penting sebagai aktivator sistem produksi O_2 pada fotosintesis (Hanafiah, 2007). Khat Cl jarang ditemukan karena unsur ini merupakan ikutan dalam penggunaan pupuk K seperti KCl (Nurhajati Hakim *et al.*, 2011).

2.5. Penerapan Metode SRI untuk Ketahanan Pangan.

Salah satu metode yang dapat diterapkan untuk meningkatkan produksi padi secara intensifikasi padi belakangan ini adalah dengan metode SRI (the System of Rice Intensification). Uphoff, (2000) melaporkan bahwa SRI ini pertama kali dikembangkan di Madagaskar tahun 1980 oleh Fr. Hendri de Laulanie. Kemudian berkembang ke negara-negara Laos, Myanmar, Sri Lanka, Kamboja, Cuba, India, Cina, Philipina dan sampai ke Indonesia. Penerapan metode SRI ini dapat meningkatkan hasil panen menjadi 2 kali lipat daripada metode konvensional yang sudah jenuh, bahkan lebih tinggi. Di Madagaskar metode SRI memberikan hasil sebanyak 15 ton/ha, di Cina 16 ton/ha, di Cuba 14 ton/ha, dan di Kamboja peningkatan hasil 150% daripada cara konvensional. Sreng (2001) menyatakan bahwa dengan metode SRI hasil padi di Kamboja meningkat dari 2-3 ton/ha menjadi 5 ton/ha.

Di Indonesia metode SRI sudah dicoba di Sukamandi, pada tahun 1999 dengan hasil 9,5 ton/ha (Uphoff, 2000). Di Sumatera Barat sudah diuji coba pula pada berbagai lokasi, seperti di Padang Ganting Tanah Datar memberikan hasil 9,25 ton/ha, di Sawah Lunto 8,30 dan 8,35 ton/ha masing-masing pada tahun 2005 dan 2006, di Padang hasil 9,6 ton/ha dan 10,8 ton/ha (Kasim *et al.*, 2008).

Uphoff, (2000) mengemukakan bahwa komponen utama metode SRI adalah (1). Umur pindah bibit lebih muda yakni 7-15 hari; (2). Bibit ditanam satu bibit per titik tanam; (3). Jarak tanam diperlebar (25cm x 25cm); (4). Air tidak

tergenang (tanah sawah dalam kondisi lembab); (5). Penggunaan bahan organik maksimal untuk mengurangi pupuk sintetis; (6). Penyiangan gulma sambil menggemburkan tanah.

Sehubungan dengan hal itu, Nurhajati Hakim *et al.*, (2010, 2011 dan 2012) telah meneliti pemanfaatan POTP pada sawah intensifikasi dan sawah bukaan baru dalam mendukung keberhasilan penerapan metode SRI. Ternyata hasil penelitian mereka selama 2 tahun pada sawah intensifikasi dan 3 tahun pada sawah bukaan baru menunjukkan bahwa pemanfaatan POTP mampu mengurangi aplikasi pupuk sintetis N dan K hingga 50%, dan mampu mengendalikan keracunan besi.

2.6. Aplikasi unsur mikro pada tanaman padi yang diberi POTP

Nurhajati Hakim *et al.*, (2014) melaporkan bahwa perlakuan unsur mikro tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, dan jerami tanaman padi. Sebaliknya, unsur mikro berpengaruh nyata terhadap bobot gabah tanaman padi. Hasil uji lanjut dan kenaikan hasil gabah terhadap perlakuan tanpa unsur mikro (G) dan terhadap 100% pupuk N dan K sintetis (H) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pemberian unsur mikro terhadap parameter tanaman padi sawah intensifikasi yang diberi POTP

Perlakuan POTP + unsur mikro	Tinggi tanaman (cm)	Anakan produktif (bt/rpn)	jerami	gabah		Peningkatan terhadap G	Peningkatan terhadap H
			(g/rpn)			(%)	
A POTP+Fe	106,7	26,3	55,9	51,1	b	101	126
B POTP+Mn	111,7	27,0	63,7	60,7	a	121	150
C POTP+Cu	108,1	26,0	58,9	45,9	c	95	113
D POTP+Zn	104,9	24,7	57,5	58,7	a	117	145
E POTP+ B	110,7	24,0	52,4	46,7	c	93	115
F POTP+ Mo	106,5	27,3	56,1	47,4	bc	94	117
G POTP	105,4	23,7	51,3	50,1	b	100	124
H 100% PS	101,7	22,7	38,1	40,4	c	80	100

Catatan : angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil berbeda pada kolom yang sama, adalah berbeda nyata menurut BNT 5%.

Sumber : Nurhajati Hakim *et al.*, (2014)

Guna mengetahui kenaikan hasil gabah akibat pemberian unsur mikro, perlakuan POTP tanpa unsur mikro (G) dijadikan sebagai pembanding. Pada Tabel 1 tampak bahwa hanya penambahan Mn dan Zn yang mampu meningkatkan hasil gabah secara nyata, berturut-turut sebesar 21 %, dan 17% daripada tanpa tambahan unsur mikro (G).

Bila jarak tanam 25cm x 25cm, didapatkan sebanyak 160.000 rumpun/ha, maka hasil sebanyak 60,7 g/rumpun dengan Mn tersebut setara dengan 9,71 ton/ha, dan hasil 58,7 g/rumpun dengan pemberian Zn, setara dengan 9,39 ton/ha, sedangkan hasil dengan POTP saja sebanyak 50,1g/rumpun setara dengan 8,02 ton/ha. Bearti pemberian Mn mampu meningkatkan hasil gabah sebesar 1,7 ton/ha, sedangkan Zn sebanyak 1,4 ton/ha Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa unsur hara yang perlu ditambahkan untuk mengiringi POTP pada sawah intensifikasi adalah unsur Mn dan Zn (Nurhajati Hakim *et al.*, 2014).

Nurhajati Hakim *et al.*, (2014) melanjutkan penelitian untuk mengetahui dosis Mn dan Zn yang tepat pada tanaman padi yang mendapat POTP, dengan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh utama (PU) dan interaksi antara Mn dan Zn terhadap bobot kering gabah IR 42 yang diberi POTP pada tanah sawah intensifikasi

Perlakuan	0 kg Mn/ha	1,5 kg Mn/ha	3,0 kg Mn/ha	4,5 kg Mn/ha	PU Zn
			(g/rumpun)		
0kg Zn/ha	38,00 a B	47,29 a AB	51,06 a A	43,48 a AB	44,96 a
3kg Zn/ha	34,13 a B	45,90 a A	33,69 b B	42,41 a AB	39,03 a
6kg Zn/ha	42,64 a AB	46,24 a AB	39,59 ab B	48,77 a A	44,31 a
9 kg Zn/ha	43,76 a AB	44,85 a AB	42,59 ab B	49,55 a A	45,19 a
PU Mn	39,63 A	46,07 A	41,73 A	46,05 A	

Catatan : angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil berbeda pada kolom yang sama, dan oleh huruf besar berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata menurut BNT 5%.

Sumber Nurhajati Hakim *et al.*, (2014)

Nurhajati Hakim *et al.*, (2014) menjelaskan pengaruh interaksi yang nyata antara Mn dan Zn terhadap hasil gabah, sebagai berikut ini. Pada Tabel 2, tampak bahwa tanpa Mn, hasil gabah tertinggi diperoleh pada pemberian 9 kg Zn/ha, sedangkan pada pemberian 1,5 kg Mn/ha, hasil tertinggi pada 6 kg Zn/ha. Pada pemberian 3kg Mn/ha, hasil tertinggi diperoleh pada tanpa pemberian Zn,

sedangkan pada pemberian 4,5 kg Mn/ha, hasil tertinggi pada 9 kg Zn/ha. Namun, peningkatan hasil gabah yang secara nyata hanya pada pemberian 3 kg Mn/ha, tanpa pemberian Zn.

Berdasarkan hasil gabah tersebut kombinasi antara Mn dan Zn yang direkomendasikan dalam pembuatan POTP untuk diuji di lapangan adalah pemberian 3kg Mn/ha, tanpa tambahan Zn dengan hasil 51,06 g/rumpun (setara 8,17 ton/ha). Di samping itu juga disarankan kombinasi 4,5 kg Mn/ha dan 6kg Zn/ha dengan hasil 48,77g/rumpun (setara 7,80 ton/ha), atau 4,5 kg Mn/ha dan 9kg Zn/ha dengan hasil 49,55 g/rumpun (setara 7,93 ton/ha). Dibandingkan terhadap tanpa Mn dan Zn dengan hasil hanya 38g/pot (setara 6,08 ton/ha) hasil 3 kombinasi Mn dan Zn tersebut berturut-turut lebih tinggi sebanyak 2,09ton/ha (34%), 1,72 ton/ha (28%) dan 1,85 ton/ha (30%). Peningkatan hasil gabah dari 6,08 ton/ha menjadi 8,17 ton, 7,80 ton dan 7,93 ton/ha, atau 34, 28 dan 30% tersebut cukup berarti dalam rangka meningkatkan produktivitas tanah sawah.

BAB III. BAHAN DAN METODA

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini terdiri atas empat tahap. Tahap I dan II berbentuk percobaan pot, telah dilaksanakan pada tahun 2014, di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat.

Penelitian Tahun II atau Tahap III (2015), merupakan percobaan lapangan pada sawah intensifikasi di kota Padang dari tiga formula POTP baru dengan tambahan kombinasi perlakuan Mn dan Zn terpilih dari hasil penelitian Tahun I. Penelitian berlangsung selama 9 bulan. Tahap IV atau Tahun III (2016), adalah uji multi lokasi perlakuan terpilih dari hasil penelitian Tahun II yang akan dilaksanakan di kabupaten Solok dan di Tanah Datar (Batusangkar), juga 9 bulan.

Analisis tanah dan tanaman dilakukan di laboratorium P3IN (Pusat Penelitian Pemanfaatan IPTEK Nuklir) dan laboratorium Jurusan Tanah Fakultas Pertanian, khusus untuk pengukuran unsur mikro di Laboratorium teknik Lingkungan Universitas Andalas Padang.

3.2. Bahan dan Alat

Pupuk sintetis yang digunakan adalah Urea, SP36, KCl dan Kiserit. Pupuk unsur mikro sebagai perlakuan bersumber dari $MnSO_4$ dan $ZnSO_4$. Benih padi yang digunakan adalah varietas IR – 42. Untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman digunakan insektisida Ripcord 5 EC dan Dithane M-45. Bahan untuk pembuatan POTP adalah pangkasan Titonia, jerami padi, kapur, dan agen hayati Stardec, Trichoderma, Azotobacter, Azospirillum, dan bakteri pelarut fosfat.

Sejumlah bahan kimia digunakan untuk analisis tanah, POTP, dan analisis tanaman di Laboratorium selengkapnya disajikan pada Lampiran 3. Alat-alat yang digunakan adalah plastik hitam dan karung plastik hitam untuk wadah pembuatan dan penyimpanan POTP, cangkul, parang, pisau, meteran, ajir, grinder, karung plastik untuk panen dan selengkapnya disajikan pada Lampiran 3.

3.3. Rancangan Percobaan

3.3.1. Rancangan Percobaan Tahun I (Tahap I dan II) di Rumah Kaca

Rancangan percobaan selama 3 tahun berpedoman pada Cochran dan Cox (1957).

Pada Tahap I, untuk menentukan jenis unsur mikro yang dibutuhkan, telah digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan.

A = POTP + Fe

B = POTP + Mn

C = POTP + Zn

D = POTP + Cu

E = POTP + B

F = POTP + Mo

G = POTP tanpa unsur mikro

H = tanpa POTP + 100 % pupuk sintetis

Dalam hal ini POTP ditakar untuk menyediakan N dan K 50% dari kebutuhan tanaman padi. Oleh karena itu, diiringi pupuk sintetis N dan K sebanyak 50% lagi. Hasil percobaan Tahap I disimpulkan bahwa unsur mikro yang dibutuhkan mengiringi POTP adalah Mn dan Zn.

Berdasarkan simpulan Tahap I tersebut, guna menentukan dosis Mn dan Zn yang tepat, telah dilakukan percobaan Tahap II berbentuk Faktorial 4 x 4. Faktor I adalah Mn dengan 4 taraf (0kg Mn; 1,5kg Mn; 3kgMn, dan 4,5kg Mn/ha), sedangkan faktor II adalah Zn juga 4 taraf (0kg Zn, 3kgZn, 6 kgZn; dan 9kgZn/ha), sehingga terdapat 16 kombinasi antara Mn dan Zn.

Berdasarkan hasil 2 tahap percobaan Tahun I, kombinasi antara Mn dan Zn yang direkomendasikan dalam pembuatan POTP untuk diteliti di lapangan pada tahun II, adalah 3kg Mn/ha tanpa tambahan Zn; kombinasi 4,5 kg Mn/ha dan 6kg Zn/ha, serta kombinasi 4,5 kg Mn/ha dan 9kg Zn/ha. Dengan demikian, perlakuan terdiri atas 3 formula baru POTP, ditambah perlakuan POTP tanpa unsur mikro dan perlakuan 100% pupuk sintetis saja sebagai kontrol.

3.3.2. Rancangan Percobaan Tahun II di Lapangan (Kota Padang)

Berdasarkan hasil percobaan Tahun I, Rancangan Percobaan Tahun II adalah Acak kelompok yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 kelompok sebagai berikut:

Perlakuan Tahun II:

A = POTP+3,0kgMn/ha+0kgZn/ha

B = POTP+3,0kgMn/ha+3kgZn/ha

C = POTP+4,5kgMn/ha+6kgZn/ha

D = POTP+4,5kgMn/ha+9kgZn/ha

E = POTP saja

F = 100% pupuk sintetis saja

Semua perlakuan yang mendapat formula POTP ditambah 50% pupuk sintetis N dan K yang dibutuhkan tanaman padi pada lokasi percobaan setempat. Data tanaman yang diperoleh diuji F (Sidik Ragam), dan jika perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Kesimpulan diambil berdasarkan hasil gabah yang lebih tinggi daripada perlakuan E atau F.

Luaran dari Percobaan Tahun II adalah penemuan 2 – 3 formula POTP baru dengan unsur mikro untuk mengurangi aplikasi pupuk sintetis N dan K hingga 50% dalam memperoleh hasil padi yang tinggi (sekitar 8 ton/ha atau lebih) pada sawah intensifikasi di kota Padang. Formula POTP baru tersebut tersebut akan diuji multi lokasi di kabupaten Solok dan Tanah Datar (Batusangkar) pada tahun III. Luaran juga berupa artikel ilmiah yang akan dipublikasi pada Jurnal Agrivita atau Jurnal Tanah Tropika, atau Malaysia Journal Soil Science.

3.3.3. Rancangan Percobaan Tahun III (Percobaan Lapangan)

Dari hasil percobaan Tahun II juga ditemukan 2 – 3 formula POTP yang lebih tepat, maka formula POTP baru tersebut akan diuji multi lokasi di kabupaten Solok dan Tanah Datar (Batusangkar). Rancangan perlakuan disesuaikan dengan hasil percobaan Tahun II.

Luaran percobaan Tahun III yang diharapkan adalah penemuan formula POTP baru dengan unsur mikro untuk mengurangi aplikasi N dan K pupuk sintetis sebesar 50% dengan hasil sekitar 8 ton/ ha atau lebih, pada sawah intensifikasi, untuk dipatenkan. Luaran juga berupa teknologi tepat guna (TTG) pembuatan POTP. Di samping itu juga artikel ilmiah yang akan dimuat pada Malaysian Journal Soil Science.

3.4. Pelaksanaan Penelitian Tahun II (Tahap III)

3.4.1. Pembuatan Pupuk Organik Titonia Plus

Pupuk organik titonia plus (POTP) dibuat mengacu pada rekomendasi Nurhajati Hakim *et al.*, (2011). Bahan yang digunakan untuk pembuatan POTP adalah pangkasan Titonia, jerami padi, kapur giling kalsit (CaCO_3), serta agen hayati Stardec, Trichoderma, Azotobacter, Azospirillum, dan bakteri pelarut fosfat. Selanjutnya, ditambahkan perlakuan unsur mikro Mn dan Zn sesuai ketentuan perlakuan.

Jumlah titonia dan jerami padi yang digunakan sebagai bahan baku utama POTP didasarkan pada berat kering tetap dari titonia dan jerami padi. Jumlah titonia dan jerami segar yang diperlukan didasarkan pada kadar air kedua bahan tersebut. Pangkasan Titonia dan jerami padi dicincang dengan chopper sehingga berukuran 3 – 5 cm. Bahan tersebut ditumpuk secari berlapis-lapis dengan bahan tambahan (plus) pupuk SP 36, kapur dan agen hayati, hingga mencapai tinggi sekitar 150cm. Tumpukan bahan POTP tersebut ditutup dengan plastik hitam, dan diinkubasi (diperam). Setelah 2 minggu pemeraman, tumpukan dibalik dan diaduk setiap minggu. Pemeraman dilakukan sekitar 4-6 minggu. Selanjutnya, POTP dihamparkan di atas plastik hitam secara merata, sehingga kering angin. Setelah itu, POTP diberi perlakuan unsur mikro Mn dan Zn dalam bentuk larutan dengan dosis sesuai ketentuan perlakuan melalui penyemprotan secara merata. Kemudian, POTP disimpan dalam karung plastik, sehingga kadar airnya dipertahankan hingga 100%.

Jumlah POTP yang digunakan didasarkan pada kadar hara N dan K dalam POTP dan untuk mengurangi aplikasi pupuk sintetik N dan K sebanyak 50% dari kebutuhan tanaman padi. Acuan pupuk tanaman padi intensifikasi yang digunakan per hektar adalah 100 kg N (225 kg Urea), 20 kg P (100 kg TSP), 100 kg K (200 KCl), 16 kg Mg (100 kg Kiserit).

3.4.2 Persiapan tanah dan inkubasi POTP

Untuk perobaan lapangan Tahun II ini tanah yang digunakan adalah tanah sawah intensifikasi di daerah Koto Tingga Kecamatan Kuranji, dan Koto Panjang Ikur Koto, kecamatan Koto Tangah, kota Padang. Tanah sawah intensifikasi yang

baru selesai dipanen, diolah dengan bajak mesin (traktor tangan), dan dilumpurkan, sehingga layak untuk ditanami. Selanjutnya dibuat petak perlakuan berukuran 4m x 3m, sebanyak 5 petak per kelompok (A, B, C, D, dan E), yang terdiri atas 4 kelompok, sehingga berjumlah 20 satuan percobaan. Saluran air

masuk dan air keluar diatur sedemikian rupa, sehingga tidak bercampur. Kemudian diberi POTP sesuai ketentuan perlakuan. Selanjutnya POTP diaduk dengan tanah hingga merata, diiri hingga kapasitas lapang, dan di inkubasi selama 2 minggu sesuai rekomendasi Nurhajati Hakim *et al.*, (2011).

Setelah masa inkubasi POTP dan tanah selesai, sampel tanah diambil untuk di analisis ciri kimianya (pH, C–Organik, N, nilai C/N, P, K, Ca, Mg, serta unsur mikro Mn dan Zn. Air untuk pelumpuran diberikan secukupnya sehingga tidak menggenang sesuai dengan ketentuan metode SRI.

3.4.3 Penanaman dan pemupukan

Benih padi varietas IR-42 disemaikan 10 hari sebelum tanam. Setelah 2 minggu inkubasi POTP dengan tanah sawah, 2 batang bibit yang telah berumur 10 hari ditanam ke dalam tiap petak dengan jarak tanam 25cm x 25cm. Seluruh pupuk sintetis P (TSP), dan Mg (Kiserit) serta setengah dosis pupuk N (Urea) dan K (KCl) diberikan sesaat sebelum tanam. Sisa pupuk N dan K akan diberikan 4 minggu setelah tanam (MST). Jumlah pupuk sintetis N dan K hanya 50% dari kebutuhan tanaman padi (50 kg N dan 50 kg K/ha) karena 50% lagi bersumber dari POTP yang diberikan 2 minggu sebelum tanam.

3.4.4. Pemeliharaan dan Panen

Tanaman dipelihara dari gulma serta gangguan hama dan penyakit. Air diberikan secukupnya agar kondisi tanah tetap lembab (ketentuan metode SRI), dan menggenang hanya pada selokan. Pada saat seluruh tanaman pada fase vegetatif maksimum, atau saat padi mulai bunting (sekitar umur 70 hari), air diberikan hingga menggenang setinggi 5 cm sehingga cukup untuk pembentukan malai.

Pada saat yang sama, sampel tanaman diambil sebanyak 1 rumpun per petak untuk analisis unsur hara makro dan mikro. Bobot basah tanaman ditimbang, lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 60° C hingga bobot tetap.

Lalu dilakukan analisis N, P, K, Ca dan Mg tanaman, serta unsur mikro Mn dan Zn. Selanjutnya, panen gabah dilakukan pada saat gabah dan jerami sudah menguning sempurna.

3.5 Pengamatan POTP, Tanah, dan Tanaman

3.5.1. Pengamatan Kadar Hara POTP dan Tanaman

Pengamatan terhadap POTP dan hara tanaman meliputi kadar C-organik dengan metoda pengabuan kering, hara N P, K, Ca, Mg diekstrak dengan metoda destruksi basah yang menggunakan H_2SO_4 pekat dan H_2O_2 . Unsur mikro

diekstrak dengan pengabuan basah menggunakan asam pekat HNO_3 dan HClO_4 . Selanjutnya N-total dengan metoda Kjeldahl, P diukur dengan Spektrofotometer, Ca, Mg, K dan unsur mikro (Mn dan Zn) diukur dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

3.5.2 Pengamatan Ciri Kimia Tanah

Analisis terhadap contoh tanah awal dan setelah diinkubasi dengan POTP meliputi analisis pH tanah H_2O 1:2 diukur dengan pH meter, N-total dengan metoda Kjeldahl, C-Organik dengan metoda Walkley and Black, nilai C/N, dan P-tersedia dengan metoda Bray-2 diukur dengan *Spektrofotometer*. Kadar unsur mikro diekstrak dengan cara pengabuan basah menggunakan campuran asam pekat HNO_3 dan HClO_4 . Kadar basa-basa dianalisis dengan metoda pencucian Amonium Asetat pH 7 (Ca-dd, Mg-dd, dan K-dd). Selanjutnya Ca, Mg, K dan unsur mikro (Mn dan Zn) diukur dengan AAS.

3.5.3 Pengamatan Tanaman

3.5.3.1. Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan terhadap 5 rumpun sampel tanaman /petak, sekali 2 minggu, sejak umur 4 minggu sampai pada fase vegetatif maksimum (sekitar 70 hari) setelah tanam (HST). Pengukuran dilakukan dengan menggunakan tiang standar 10 cm diatas permukaan tanah, agar titik awal pengukuran tidak berubah. Cara mengukur tinggi tanaman mulai dari tiang standar sampai ujung daun tertinggi. Data pengamatan tinggi tanaman terakhir dianalisis ragam.

3.5.3.2. Jumlah Anakan Total dan Anakan Produktif

Pengamatan jumlah anakan total per rumpun dilakukan bersamaan dengan pengamatan tinggi tanaman yaitu sekali 2 minggu, sejak umur 4 minggu sampai pada akhir fase vegetatif. Pengamatan jumlah anakan produktif tanaman dilakukan satu minggu menjelang dipanen. Caranya dengan menghitung tanaman yang menghasilkan malai per rumpun sampel. Data juga dianalisis ragam.

3.5.3.3. Bobot Kering Jerami dan Gabah

Petak panen dilakukan pada luas 2m x 2,5m (5m²). Kemudian dilakukan penimbangan bobot gabah dan jerami kering panen tiap petak (A kg). Contoh gabah dan jerami dari tiap petak tersebut diambil sebanyak 100 g per petak (B g). Masing-masing bagian tanaman tersebut dimasukkan ke dalam kantung kertas dan

dikeringkan dalam oven pada suhu 60° C sampai bobot tetap (sekitar 2x24jam). Bobot kering tetap dari gabah dan jerami masing-masing ditimbang (C g). Untuk mendapatkan bobot gabah dengan kadar air (KA) 14%, bobot kering tetap dikalikan dengan koreksi kadar air (KKA) yaitu 1+KA, atau 1,14.

$$\text{Bobot gabah kg/ha} = \frac{A \text{ kg} \times C \text{ g}}{B \text{ g}} \times \frac{10.000\text{m}^2}{5\text{m}^2}$$

3.5.3.4. Analisis Kadar dan Serapan Hara Jerami dan Gabah

Analisis kadar hara tanaman dilakukan terhadap sampel tanaman umur 70 hari, serta jerami dan gabah panen yang telah dikeringkan. Tujuannya untuk menentukan berapa kadar hara dan serapan hara yang mampu menghasilkan gabah optimal. Analisis hara makro meliputi N, P, K, Ca, dan Mg, sedangkan unsur mikro hanya Mn dan Zn. Jerami dan gabah yang sudah ditimbang bobot kering tetapnya dihaluskan dengan grinder, dan siap untuk dianalisis kadar haranya seperti telah dijelaskan pada 3.5.1.

Seluruh data pengamatan tanaman diolah menurut Rancangan Acak Kelompok yang digunakan pada tiap Tahap Percobaan seperti telah dijelaskan terdahulu. Bila perlakuan berpengaruh nyata, maka diuji lanjut dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%. Kesimpulan tentang formula POTP baru dengan unsur mikro akan diambil berdasarkan hasil gabah yang lebih tinggi terhadap hasil gabah pada perlakuan POTP tanpa tambahan unsur mikro.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Percobaan Tahun II Tahap III

Percobaan Tahap III bertujuan untuk menemukan formula POTP baru dengan unsur mikro yang lebih tepat untuk mengurangi aplikasi N dan K pupuk sintetis hingga 50% dengan hasil sekitar 8 ton/ha pada sawah intensifikasi di kota Padang. Percobaan ini dilaksanakan di Kota Padang pada dua lokasi yakni pada sawah intensifikasi di Koto Panjang Ikur Koto Kecamatan Koto Tangah dan di sawah Koto Tingga Kecamatan Kuranji. Kedua lahan sawah mempunyai pH tergolong sama yaitu agak masam namun porositas tanahnya berbeda, dimana pada sawah di Koto Tingga porositasnya tinggi dan di sawah Koto Panjang porositasnya sedang.

4.1.1. Analisis Kadar Hara Tanah

Kadar hara tanah awal pada dua lokasi percobaan dengan ciri tanahnya berbeda dimana porositas lebih tinggi di Koto Tingga dibandingkan dengan tanah di Koto Panjang, seperti disajikan pada Tabel 3. Sementara analisis kadar hara tanah setelah diperlakukan dengan POTP disajikan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 3. Analisis kadar hara tanah awal pada dua lokasi

pH H ₂ O	N (%)	C-org (%)	P (ppm)	Ca me/100g	Mg me/100g	Mn (ppm)	Zn (ppm)	K me/100g	lokasi
5,64	0,14	1,65	20,90	0,734	0,89	1,66	0,59	0,199	Koto Tingga
6,34	0,22	2,40	9,52	0,780	0,96	0,91	0,78	0,220	Koto Panjang

Dari Tabel 3 diatas dapat dilihat bahwa unsur P pada sawah di lokasi Koto Tingga termasuk sangat tinggi, sementara pada sawah di lokasi Koto Panjang, kadar P tergolong sedang. Padahal pH tanah sama tergolong agak masam, namun pH tanah sawah pada lokasi Koto Panjang lebih tinggi mendekati netral dibanding dengan tanah sawah di lokasi Koto Tingga. Hal ini disebabkan karena sawah di Koto Panjang tersebut, sudah ditambahkan kompos jerami sebagai tambahan unsur hara oleh petani setempat, sedangkan di Koto Tingga belum pernah petani menggunakan kompos ataupun pupuk organik lainnya sebagai tambahan pupuk selain pupuk sintetis, akibatnya terjadi perbedaan kadar hara diantara kedua lokasi tersebut. Kadar unsur N, C, Ca, Mg, Zn, dan K lebih tinggi pada sawah di Koto Panjang dibandingkan dengan sawah di Koto Tingga.

Kadar unsur Mn lebih tinggi di Koto Tingga di banding Koto Panjang. Perbedaan kadar hara tanah pada dua lokasi ini akan menyebabkan perbedaan serapan hara bagi tanaman.

Analisis kadar hara tanah setelah diberi perlakuan POTP dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini. Pada Tabel 4 juga terdapat perbedaan kadar hara tanah setelah diberi perlakuan POTP.

Tabel 4. Analisis kadar hara tanah setelah diberi perlakuan POTP di Koto Tingga

Perlakuan per ha POTP +	pH	N %	C %	P %	Ca me/100g	Mg Me/100g	Mn ppm	Zn ppm	K me/100g
3kgMn+0kgZn	5,4	0,14	1,55	67,80	0,91	0,683	10,94	23,48	0,223
3kgMn+3kgZn	5,5	0,15	1,98	123,66	0,83	0,780	11,70	21,52	0,227
4,5kgMn+6kgZn	5,3	0,14	1,80	13,17	0,73	0,687	9,62	17,82	0,227
4,5kgMn+9kgZn	5,2	0,16	1,82	70,00	071	0,737	10,18	11,08	0,193
POTP saja	5,3	0,17	1,96	84,39	0,87	0,863	12,60	20,86	0,237
Pupuk sintetis 100% saja	5,3	0,13	1,36	30,73	0,87	0,787	8,68	19,78	0,223

Setelah diberi POTP ternyata pH tanah sawah di Koto Tingga hampir sama dengan sebelum diberi POTP yakni agak masam. Kadar hara N meningkat (0,14% menjadi 0,15-0,17%) setelah diberi POTP kecuali pada perlakuan pupuk sintetis menurun (0,14 % menjadi 0,13%). Pemberian POTP dapat meningkatkan kadar hara N dalam tanah dari 0,14% menjadi 0,17%. POTP dapat meningkatkan unsur hara N karena POTP mengandung kadar N yang tinggi dari titonia. Nurhajati Hakim (2002) melaporkan bahwa pangkasan gulma titonia (batang dan daun sepanjang 50 cm dari pucuk) yang dikoleksi dari beberapa lokasi di Sumatera Barat, rata-rata mengandung unsur hara sebanyak 3,16% N; 0,38% P; dan 3,45% K. Kadar hara C juga meningkat setelah diberi POTP, kecuali pada perlakuan 100% pupuk sintetis tanpa POTP menurun dari 1,65% menjadi 1,36%, hal ini disebabkan karena pupuk sintetis tidak mengandung unsur Corganik. Kadar hara P jauh meningkat setelah diberi POTP, hal ini disebabkan karena P yang terikat dalam tanah dapat dilepas oleh POTP sehingga P akan lebih tersedia bagi tanaman. Begitu juga dengan kadar hara Mn juga meningkat dibandingkan dengan sebelum diberi POTP (1,66ppm menjadi 8,68- 12,60ppm). Unsur Zn meningkat dari 0,59 ppm menjadi 11.08 – 23,48ppm.

Berikut ini disajikan kadar hara tanah setelah diberi perlakuan POTP yang ditambahkan unsur mikro Mn dan Zn serta pemberian pupuk sintetis 100% pada lahan sawah di Koto Panjang pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis kadar hara tanah setelah diberi perlakuan POTP sawah Koto Panjang

Perlakuan per ha POTP +	pH	N %	C %	P %	Ca me/100g	Mg me/100g	Mn ppm	Zn ppm	K me/100g
3kgMn+0kgZn	4,66	0,22	6,93	30,73	1,035	0,715	13,58	17,82	0,279
3kgMn+3kgZn	4,70	0,25	6,47	33,41	0,911	0,775	11,32	15,22	0,248
4,5kgMn+6kgZn	4,69	0,22	6,27	35,12	0,852	0,682	13,78	19,34	0,262
4,5kgMn+9kgZn	4,70	0,20	5,33	31,95	0,940	0,800	10,00	18,26	0,243
POTP saja	4,64	0,20	6,40	32,20	0,998	0,605	8,12	21,30	0,262
Pupuk sintetis 100% saja	4,59	0,22	7,40	38,29	1,086	0,808	9,62	25,86	0,245

Dari Tabel 5 diatas terlihat bahwa pH tanah menurun namun kadar unsur N seimbang sebelum diberi POTP dengan sesudahnya. Kadar hara C meningkat setelah diberi POTP dari 2,4% menjadi di atas 5%, dua kali lipat peningkatan, hal ini disebabkan karena POTP mengandung unsur C yang tinggi. Kadar hara P jauh meningkat setelah diberi POTP yaitu dari 9,52 menjadi 30,73 – 38,29%. Begitu juga dengan unsur Ca meningkat setelah diberi POTP. Kadar unsur hara Mg menurun setelah diberi POTP namun kadar hara Mn, Zn, dan K meningkat setelah diberi POTP. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan POTP dan unsur mikro akan memperkaya hara di dalam tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pupuk organik dapat melepaskan P yang terikat menjadi tersedia bagi tanaman. Selain itu, POTP juga dapat mengkelat unsur hara yang menjadi racun bagi tanaman seperti Fe dan Al sehingga tanaman tidak keracunan. Pupuk organik dapat juga meningkatkan daya jerap air. Metode SRI yang kondisi lahannya lembab sampai retak rambut dengan penambahan pupuk organik membuat tanah menjadi gembur dan air yang tersedia dalam tanah cukup bagi pertumbuhan tanaman. Dengan penambahan POTP tanah menjadi lebih subur, gembur dan remah, air dalam tanah dapat dijerap, sehingga dapat dimanfaatkan bagi tanaman. Berikut ini analisis hara POTP disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kadar hara POTP sebelum ditambah unsur mikro

Na (%)	N (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (%)	Zn (%)	K (%)
0,29	0,95	1,50	0,68	0,35	0,06	0,08	0,35

Pada Tabel 6 terlihat bahwa POTP mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. POTP yang ditambahkan dengan unsur mikro Mn dan Zn

membuat tanah lebih subur, sehingga dapat dimanfaatkan oleh tanaman padi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. POTP mengandung P yang termasuk tinggi sehingga dapat digunakan untuk pembentukan biji.

4.1.2. Tinggi Tanaman Padi, jumlah anakan produktif, bobot jerami, dan bobot gabah

Pengamatan terhadap tinggi tanaman padi, jumlah anakan produktif, bobot kering jerami, bobot kering gabah serta peningkatan hasil dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini. Dari hasil analisis sidik ragam tidak terdapat perbedaan yang signifikan diantara perlakuan yang diberikan, baik yang diberi pupuk sintetis 100% maupun POTp saja dengan POTP yang diberi unsur mikro Mn dan Zn.

Tabel 7. Pengaruh pemberian unsur mikro ke POTP terhadap parameter tanaman padi sawah intensifikasi di Koto Tinggi

Perlakuan POTP + unsur mikro per ha	Tinggi Tanaman (cm)	Anakan Produktif (btg/rpn)	Jerami Bobot kering (g/rpn)	Gabah	Peningkatan terhadap POTP (%)	Peningkatan terhadap 100 PS
POTP+3kgMn+0kgZn	92,93	25,53	34,37	83,60	101	99
POTP+3kgMn+3kgZn	88,20	24,40	34,23	85,13	103	101
POTP+4,5kgMn+6kgZn	89,27	25,87	33,23	84,20	102	100
POTP+4,5kgMn+9kgZn	92,27	21,33	37,03	83,73	101	99
POTP saja	91,93	24,80	32,96	82,90	100	98
100% Pupuk Sintetik	92,07	28,53	36,47	84,43	101	100

Catatan : angka-angka yang terdapat pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT 5%.

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa penambahan unsur mikro ke POTP dapat meningkatkan bobot kering gabah sama halnya dengan penambahan 100% pupuk sintetis (U). Guna mengetahui kenaikan hasil gabah akibat pemberian unsur mikro, perlakuan POTP tanpa unsur mikro (T) dijadikan sebagai pembanding. Pada Tabel 7 tampak bahwa hanya penambahan 3kgMn/ha dan 3kgZn/ha mampu meningkatkan bobot kering gabah secara nyata, dengan peningkatan sebesar 3 % daripada tanpa tambahan unsur mikro (T) dan lebih tinggi dibandingkan dengan hanya menggunakan pupuk sintetis saja (U). Hal ini disebabkan karena penambahan unsur mikro sangat membantu perkembangan tanaman padi, tanaman disamping membutuhkan unsur makro juga membutuhkan unsur mikro untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Justu itu, perlu penambahan unsur mikro ke tanah, agar tanah menjadi subur dan unsur yang dikandung oleh tanah menjadi lebih lengkap, sehingga tanaman padi mendapatkan unsur yang seimbang untuk pertumbuhannya.

Peningkatan bobot kering gabah bila dibandingkan dengan pemberian pupuk sintetis 100% terjadi peningkatan sekitar 1%, pada perlakuan penambahan unsur mikro ke POTP sebanyak 3kgMn/ha dan 3kgZn/ha. Perlakuan tersebut dapat dilanjutkan ke lapangan dengan uji multi lokasi, karena pada kedua lokasi percobaan baik di Koto Panjang maupun Koto Tingga dengan ciri kimia tanah yang berbeda dapat memberikan bobot kering gabah yang lebih tinggi.

Berikut ini, disajikan pengaruh pemberian unsur mikro ke POTP pada lahan sawah di Koto Tingga, seperti terlihat pada Tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Pengaruh pemberian unsur mikro ke POTP terhadap parameter tanaman padi sawah intensifikasi di Koto Panjang

Perlakuan POTP + unsur mikro per ha	Tinggi Tanaman (cm)	Anakan Produktif (btg/rpn)	Jerami Bobot kering (g/rpn)	Gabah Bobot kering (g/rpn)	Peningkatan terhadap POTP (%)	Peningkatan terhadap 100 PS
POTP+3kgMn+0kgZn	82,20	22,07	39,47	71,87	99	90
POTP+3kgMn+3kgZn	80,13	20,80	36,83	71,87	99	90
POTP+4,5kgMn+6kgZn	79,40	21,87	36,87	73,10	101	91
POTP+4,5kgMn+9kgZn	78,67	22,47	34,90	73,47	101	92
POTP saja	79,93	24,53	34,83	72,97	100	91
100% Pupuk Sintetik	84,80	24,80	42,50	80,27	110	100

Catatan : angka-angka yang terdapat pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT 5%.

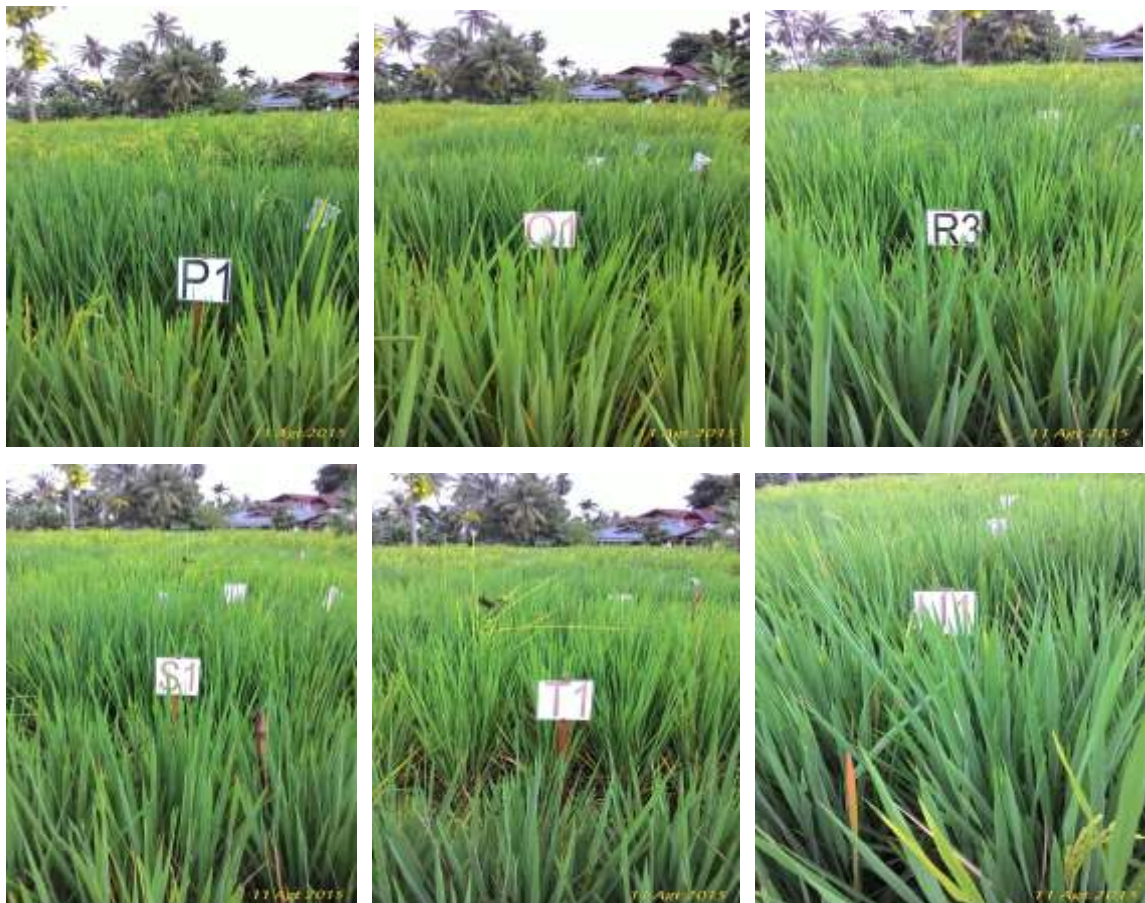
Dari Tabel 8 di atas dapat dilihat bahwa bobot kering gabah meningkat dengan pemberian unsur mikro Mn dan Zn (sekitar 1-2%), kecuali pada perlakuan penambahan 4,5kgMn/ha+6kgZn/ha menurun sekitar 32%. Peningkatan bobot kering gabah terlihat pada perlakuan POTP yang ditambah 3kgMn/ha dan 3kgZn/ha yakni sebesar 2% dari pada perlakuan POTP saja. Sedangkan peningkatan hasil tidak terlihat pada pemberian POTP dengan penambahan unsur mikro terhadap pupuk sintetis 100, malahan menurun kecuali pada penambahan unsur mikro ke POTP sebanyak 3kgMn/ha dan 3kgZn/ha menyamai pupuk sintetis 100%. Dengan demikian penambahan sebanyak 3kgMn/ha dan 3kgZn/ha dapat diaplikasikan ke berbagai lokasi dengan uji multi lokasi.

Penambahan unsur mikro ke POTP memberikan peningkatan hasil sebanyak 1 – 2%. Penambahan unsur mikro sebanyak 3kgMn/ha+3kgZn/ha ke POTP memberikan hasil sebanyak 80 gram/rumpun setara dengan 12,8 ton/ha dan pemberian 3kgMn/ha tanpa Zn memberikan hasil sebanyak 78,84 gram/rumpun setara dengan 12,61 ton/ha. Hasil dengan pemberian POTP saja sebanyak 78,04 setara dengan 12,49 ton/ha.

4.1.3. Pengaruh Mn dan Zn terhadap pertumbuhan tanaman padi

Pengaruh kombinasi unsur Mn dan Zn terhadap pertumbuhan tanaman padi pada fase vegetatif disajikan pada Gambar 2. Pada Gambar 2 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman padi yang diberi unsur mikro hampir sama dengan penambahan POTP saja dan pemberian pupuk sintetis 100% yang memperlihatkan tanaman padi subur.

Pada Gambar 2 juga terlihat bahwa pertumbuhan tanaman padi yang diberi unsur mikro Mn dan Zn hampir sama dengan pemberian POTP saja dan pupuk sintetis 100%. Tinggi tanaman tidak signifikan, namun pemberian pupuk sintetis 100% lebih tinggi (84,80 cm) dibanding perlakuan lainnya, hampir sama dengan pemberian unsur mikro ke POTP sebanyak 3kgMn/ha+0kgZn/ha (82,20 cm) dan 3kgMn/ha+3kgZn/ha (80,13 cm). Hal ini disebabkan karena pupuk sintetis dapat langsung diserap oleh tanaman, namun sebaliknya POTP secara perlahan diserap oleh tanaman. Pupuk sintetis tersedia lebih cepat dan lebih cepat pula diserap oleh tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman lebih tinggi pada pemberian pupuk sintetis tersebut.



Gambar 2. Perbandingan pertumbuhan tanaman padi dengan penambahan unsur mikro Mn dan Zn ke POTP umur 74 HST

Keterangan : 3kgMn/ha+0kgZn/ha (P), 3kgMn/ha+3kgZn/ha (Q), 4,5kgMn/ha+6kgZn/ha (R), 4,5kgMn/ha+9kgZn/ha (S), POTP saja (T), dan pupuk sintetis 100% saja.

Pemberian pupuk sintetis 100% dapat digantikan dengan pemberian POTP ditambah 3kgMn/ha tanpa Zn dan 3kgMn/ha+3kgZn/ha sehingga dapat mengurangi pemberian pupuk sintetis sebanyak 50%. POTP dapat dijadikan sebagai alternatif pemupukan tanaman padi.

4.1.4. Hasil tanaman padi

Hasil tanaman padi ditentukan dengan bobot 100 butir gabah dan gabah bernas serta gabah hampa ditampilkan pada Tabel 9 dan Tabel 10. Pada Tabel 9 terlihat bahwa terjadi peningkatan hasil sebesar 4-13% dibandingkan dengan pemberian POTP saja dan 1-5% di bandingkan dengan pemberian pupuk sintetis 100%. Artinya penambahan unsur mikro ke POTP dapat meningkatkan hasil tanaman padi dan lebih tinggi bila dibandingkan dengan pemberian pupuk sintetis 100%. Pada Tabel 9 terlihat bahwa dengan penambahan POTP dan unsur mikro belum dapat meningkatkan hasil tanaman padi.

Tabel 9. Pengaruh pemberian unsur mikro ke POTP terhadap parameter tanaman padi sawah intensifikasi di Koto Tinggi

Perlakuan POTP + unsur mikro per ha	Bobot 100 butir (g)	Gabah bernas (butir/malai)	Gabah hampa (butir/malai)	Peningkatan terhadap POTP (%)	Peningkatan terhadap 100 PS (%)
POTP+3kgMn+0kgZn	2,17	622	146	104	96
POTP+3kgMn+3kgZn	2,40	665	129	111	103
POTP+4,5kgMn+6kgZn	2,30	654	134	109	101
POTP+4,5kgMn+9kgZn	2,23	678	230	113	105
POTP saja	2,27	598	148	100	93
100% Pupuk Sintetis	2,30	645	102	108	100

Catatan : angka-angka yang terdapat pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT 5%.

Tabel 10. Pengaruh pemberian unsur mikro ke POTP terhadap parameter tanaman padi sawah intensifikasi di Koto Panjang

Perlakuan POTP + unsur mikro per ha	Bobot 100 butir (g)	Gabah bernas (butir/malai)	Gabah hampa (butir/malai)	Peningkatan terhadap POTP (%)	Peningkatan terhadap 100 PS (%)
POTP+3kgMn+0kgZn	2,38	722	60	90	99
POTP+3kgMn+3kgZn	2,31	676	60	84	92
POTP+4,5kgMn+6kgZn	2,35	727	58	90	99
POTP+4,5kgMn+9kgZn	2,39	737	143	92	101
POTP saja	2,34	805	77	100	110
100% Pupuk Sintetis	2,29	733	96	91	100

Catatan : angka-angka yang terdapat pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut BNT 5%.

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa bobot 100 butir gabah tertinggi pada perlakuan POTP+3kgMn/ha tanpa Zn dengan peningkatan gabah bernas terhadap pupuk sintetis 100% meningkat dengan penambahan POTP sekitar 10%.

4.1.5. Analisis kadar serapan hara gabah tanaman padi

Kadar serapan hara gabah tanaman padi pada dua lokasi yakni lahan sawah intensifikasi di Koto Tingga dan Koto Panjang disajikan pada Tabel 11 dan Tabel 12 berikut ini.

Tabel 11. Kadar serapan hara gabah tanaman padi pada sawah di Koto Tingga

Perlakuan per ha POTP +	N %	P %	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Mg %	Ca %	K %
3kgMn+0kgZn	0,98	1,01	29,3	26,4	0,122	0,273	0,228
3kgMn+3kgZn	1,12	0,84	30,4	45,3	0,163	0,167	0,228
4,5kgMn+6kgZn	0,98	0,81	44,6	36,8	0,208	0,232	0,183
4,5kgMn+9kgZn	0,98	0,78	45,7	32,1	0,179	0,202	0,243
POTP saja	0,98	0,90	42,4	37,7	0,155	0,226	0,232
Pupuk sintetis 100% saja	1,26	0,87	34,8	34,0	0,072	0,290	0,202

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa serapan hara gabah pada unsur N lebih tinggi pada perlakuan 3kgMn/ha+3kgZn/ha hampir sama dengan pupuk sintetis 100%. Namun serapan hara gabah untuk unsur P lebih tinggi pada perlakuan 3kgMn/ha+0kgZn/ha melebihi pada perlakuan pemberian pupuk sintetis 100%. Begitu juga pada unsur Ca dimana perlakuan 3kgMn+0 kgZn memberikan serapan hara yang lebih tinggi menyamai perlakuan pupuk sintetis 100%. Berikut ini disajikan kadar serapan hara gabah tanaman padi di Koto Panjang pada Tabel 12 dibawah ini.

Tabel 12. Kadar serapan hara gabah tanaman padi pada sawah di Koto Panjang

Perlakuan per ha POTP +	N %	P %	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Mg %	Ca %	K %
3kgMn+0kgZn	0,84	0,40	45,7	33,0	0,179	0,161	0,213
3kgMn+3kgZn	0,84	0,96	53,3	36,8	0,159	0,220	0,262
4,5kgMn+6kgZn	0,98	1,06	40,2	29,2	0,147	0,179	0,251
4,5kgMn+9kgZn	0,84	0,95	50,0	35,8	0,163	0,156	0,266
POTP saja	0,98	0,69	53,3	39,6	0,196	0,232	0,228
Pupuk sintetis 100% saja	0,98	1,02	33,7	37,7	0,143	0,196	0,251

Tabel 12 menyatakan bahwa serapan hara gabah pada perlakuan 4,5Mn/ha + 6kgZn/ha untuk unsur N (0,98%) menyamai perlakuan POTP saja (0,985) dan pemberian pupuk sintetis 100% (0,98%) dan untuk unsur P (1,06%) lebih tinggi daripada perlakuan

POTP saja (0,69%) dan pupuk sintetik 100% (1,02%). Serapan hara Zn pada perlakuan 3kgMn/ha+3kgZn/ha (53,3%) menyamai perlakuan POTP saja (53,3%) dan lebih tinggi daripada pupuk sintetik 100% (33,7%). Begitu juga dengan serapan hara Cadan K, Namun pada serapan hara Mg perlakuan 3kgMn/ha+0 kgZn/ha yang lebih tinggi. Artinya pemberian unsur mikro dapat meningkatkan serapan hara gabah tanaman padi. Unsur mikro dibutuhkan tanaman padi dalam jumlah sedikit. Pada tanah sawah intendifikasi yang selalu diberi pupuk sintetik 100% saja tanpa penambahan unsur mikro membuat tanah kurang subur karena hanya unsur makro saja yang ditambah tanpa memberi pupuk mikro. Oleh sebab itu, penambahan pupuk mikro ke lahan sawah sangat penting bagi pertumbuhan tanaman padi.

4.1.6. Pengaruh Mn dan Zn terhadap hasil tanaman padi

Pengaruh pemberian unsur mikro Mn dan Zn ke POTP dapat meningkatkan hasil dan serapan hara gabah tanaman padi, dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk sintetik saja. Hal ini disebabkan karena POTP mengandung unsur mikro, apalagi ditambah dengan MN dan Zn sehingga unsurnya lebih lengkap. Tanaman padi fase generatif dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Perbandingan gabah tanaman padi dengan penambahan Mn dan Zn ke POTP

Keterangan: 3kgMn/ha+0kgZn/ha (P), 3kgMn/ha+3kgZn/ha (Q), 4,5kgMn/ha+6kgZn/ha (R), 4,5kgMn/ha+9kgZn/ha (S), POTP saja (T), pupuk sintetik 100% (U)

Dari Gambar 3 terlihat bahwa pertumbuhan tanaman padi pada fase generatif dengan berbagai perlakuan lebih sehat dan subur, tidak diserang oleh hama dan penyakit, hal ini disebabkan karena dengan penambahan POTP dapat mengendalikan hama dan penyakit, karena POTP mengandung titonia yang dapat mengendalikan serangan hama dan penyakit serta mengendalikan keracunan besi. Titonia mengandung zat pengatur tumbuh, bakteri pelarut fosfat, dan bunganya yang pahit menyebabkan titonia dapat mengendalikan hama tanaman padi. Hal ini sesuai dengan pendapat Nurhajati Hakim *et al.*, (2009b) yang meramu pupuk organik titonia plus (POTP) dengan bahan baku titonia + jerami padi dan/atau pupuk kandang + kapur + pupuk P, untuk mengendalikan keracunan besi dan mengurangi aplikasi pupuk sintetis dalam meningkatkan hasil padi pada sawah bukaan baru di Sitiung, kabupaten Dharmasraya. Nurhajati Hakim *et al.*, (2008) dan Asman *et al.*, (2008) melaporkan bahwa kadar hara yang tinggi dalam titonia ternyata disebabkan oleh bantuan agen hayati yang hidup pada rizosfirnya. Pada rizosfir titonia ditemukan bakteri penambat N seperti *Azospirillum* dan *Azotobacter*, bakteri pelarut fosfat (BPF), jamur pelarut fosfat (JPF).

4.1.7. Analisis kadar serapan hara jerami tanaman padi

Kadar serapan hara jerami tanaman padi pada sawah intensifikasi di Koto Tinggi dan Koto Panjang disajikan pada Tabel 13 dan Tabel 14 berikut ini.

Tabel 13. Kadar serapan hara jerami tanaman padi pada sawah di Koto Tinggi

Perlakuan per ha POTP +	N %	P %	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Mg %	Ca %	K %
3kgMn+0kgZn	0,84	0,42	52,2	24,5	0,155	0,185	0,213
3kgMn+3kgZn	0,70	0,43	47,8	41,5	0,159	0,214	0,266
4,4kgMn+6kgZn	0,70	0,36	40,2	36,8	0,171	0,313	0,220
4,5kgMn+9kgZn	0,70	0,34	33,7	28,3	0,134	0,202	0,239
POTP saja	0,84	0,48	39,1	31,1	0,147	0,226	0,263
Pupuk sintetis 100% saja	1,12	0,45	43,5	35,8	0,167	0,167	0,228

Tabel 14. Kadar serapan hara jerami tanaman padi pada sawah di Koto Panjang

Perlakuan per ha POTP +	N %	P %	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Mg %	Ca %	K %
3kgMn+0kgZn	0,56	0,32	41,3	45,3	0,134	0,226	0,239
3kgMn+3kgZn	0,70	0,78	37,0	28,3	0,143	0,226	0,235
4,5kgMn+6kgZn	0,56	0,34	39,1	36,8	0,163	0,202	0,209
4,5kgMn+9kgZn	0,70	0,42	40,2	32,1	0,147	0,167	0,232
POTP saja	0,84	0,50	32,6	34,0	0,159	0,249	0,213
Pupuk sintetis 100% saja	0,70	0,43	39,1	36,8	0,167	0,266	0,247

Pada Tabel 13 dan 14 terlihat bahwa serapan hara jerami pada sawah intensifikasi di Koto Tinggi dan Koto Panjang juga didominasi oleh perlakuan $3\text{kgMn/ha}+0\text{kgZn/ha}$ dan $3\text{kgMN/ha}+3\text{kgZn/ha}$. Dengan penambahan unsur mikro ke POTP dapat meningkatkan serapan hara pada tanaman padi, terutama unsur N, P, K, Ca dan Mn serta Zn. Selama ini petani tidak menambahkan unsur mikro ke lahan sawahnya, hanya penambahan unsur N, P, dan K saja secara terus menerus sehingga tanah menjadi terdegradasi. Untuk itu, supaya tanah lebih gembur dan cukup hara, maka perlu penambahan unsur hara mikro ke dalam tanah, melalui pupuk organik seperti POTP ini. Menurut BPS (2006), bahwa disamping masalah unsur hara yang tidak berimbang pada penggunaan pupuk sintetis, juga harga pupuk sintetis yang semakin mahal, merupakan masalah besar bagi petani. Oleh karena itu, penggunaan pupuk sintetis harus dikurangi tanpa menurunkan produksi. Salah satu cara adalah pemakaian pupuk organik.

4.2. Pembahasan

Dari data yang telah didapatkan baik dari parameter pertumbuhan vegetatif maupun generatif didapatkan bahwa perlakuan yang dapat dijadikan untuk pengujian lanjutan tahap III pada berbagai lokasi di Kabupaten Tanah Datar dan Solok adalah 3kgMn/ha tanpa Zn dan $3\text{kgMn/ha}+3\text{kgZn/ha}$ yang ditambahkan ke POTP. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan tersebut memperlihatkan tinggi tanaman dan jumlah anakan lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Pada perlakuan tersebut sudah dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi pada dua lokasi sawah intensifikasi di Kota Padang. Kedua sawah tersebut mempunyai ciri tanah yang berbeda (Tabel 3).

Pada fase generatif, kedua perlakuan tersebut juga memberikan hasil yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Nampaknya dengan pemberian 3kgMn/ha sudah dapat meningkatkan hasil tanaman padi sekitar 1-2% dibandingkan dengan hanya menggunakan POTP saja dan penggunaan pupuk sintetis 100% (Tabel 9 dan 10). Selain itu, bobot kering gabah juga lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 7). Hal ini disebabkan karena unsur mikro sangat penting ditambahkan ke dalam tanah, tidak hanya unsur makro (N, P, K saja) akan tetapi tanaman padi juga membutuhkan unsur hara mikro seperti Mn dan Zn. Tingginya gabah bernas akibat dari asupan hara yang sudah mencukupi bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi. Penambahan unsur mikro sebanyak $3\text{kgMn/ha}+3\text{kgZn/ha}$ ke POTP memberikan hasil sebanyak 80 gram/rumpun setara dengan 12,8 ton/ha dan pemberian 3kgMn/ha tanpa Zn memberikan hasil sebanyak 78,84 gram/rumpun setara dengan 12,61 ton/ha. Hasil dengan pemberian POTP saja sebanyak 78,04 setara dengan 12,49 ton/ha.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa:

1. Unsur mikro yang tepat ditambahkan ke POTP untuk mengurangi penggunaan pupuk sintetis sebanyak 50% pada sawah intensifikasi di kota Padang adalah sebanyak 3kgMn/ha+0kgZn/ha dan 3kgMn/ha+3kgZn/ha.
2. Penambahan unsur mikro ini memberikan peningkatan hasil sebanyak 1 – 2%. Penambahan unsur mikro sebanyak 3kgMn/ha+3kgZn/ha ke POTP memberikan hasil sebanyak 80 gram/rumpun setara dengan 12,8 ton/ha dan pemberian 3kgMn/ha tanpa Zn memberikan hasil sebanyak 78,84 gram/rumpun setara dengan 12,61 ton/ha. Hasil dengan pemberian POTP saja sebanyak 78,04 setara dengan 12,49 ton/ha.

5.2. Saran

Perlu penambahan POTP ke lahan sawah intensifikasi di Kota Padang dan uji multi lokasi pada beberapa tempat di luar kota Padang dengan formula POTP ditambah pupuk mikro sebanyak 3kgMn/ha tanpa Zn dan 3kgMn/ha+3kgZn/ha untuk di uji di Kabupaten Tanah Datar dan Solok pada tahun 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Asman, A., Nurhajati Hakim., dan Agustian. 2008. Pemanfaatan agen hayati dalam budidaya titonia pada Ultisol. Jurnal Tanah dan Lingkungan IPB Bogor. Vol 10 No.2: 60-65.
- Balai Penelitian Tanah, 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. 283 hal.
- BPS, 2012. Produksi, Luas Panen dan Produktivitas Padi Indonesia 2007-2011. bps.co.id.
- Cochran, W. G. and G. M..Cox. 1957. Experimental Designs. Second ed. John Wiley & Sons. New York.
- Gusnidar. 2007. Budidaya dan Pemanfaatan Tithonia diversifolia untuk Menghemat Pemupukan N, P dan K Padi Sawah Intensifikasi (Disertasi). Padang. Doktor Program Pascasarjana UNAND. 256 hal.
- Hanafiah, K. A. 2007. Dasar Dasar Ilmu Tanah. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Hardjowigeno S., H. Subayo, L. Rayes. 2010. Morfologi dan Klasifikasi Tanah *Sawah*. [//balittanah.litbang.deptan.go.id](http://balittanah.litbang.deptan.go.id). 28 hal.
- Jama, B. A., C.A. Palm., R. J. Buresh., A. I. Niang; C. Gachengo., G. Nziguheba., and B. Amadalo. 2000. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya : a review. Agroforestry Systems. 49; 201-221.
- Marschner, H. 1990. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press.London.
- Murphy, L. S., and L. M. Walsh. 1972. Correction of Micronutrient Deficiencies with Fertilizers. In Morvedt, J. J. Eds .Micronutrients in Agriculture. Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison, Wisconsin USA. pp 347-388
- Nurhajati Hakim., M.Y. Nyakpa., A. M. Lubis., S.G. Nugroho., M .A. Diha., G. B. Hong., dan H. H. Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. 488 halaman.
- Nurhajati Hakim. 2002. Kemungkinan penggunaan *Tithonia diversifolia* sebagai sumber bahan organik dan unsur hara. Jurnal Andalas, Bidang Pertanian. Tahun 2002.No.38 halaman 80-89. Lembaga Penelitian Unand. Padang.
- Nurhajati Hakim., Novalina., M. Zulfa., and Gusmini. 2003. A potential of *Tithonia (Tithonia diversifolia)* for substitution NK-commercial fertilizer for several crops in Ultisols. Paper presented at AFA 9th International Annual Conference. Held on 28-30th January 2003 in Cairo Egypt.

- Nurhajati Hakim., dan Agustian. 2003. Gulma *Tithonia* dan pemanfaatannya sebagai sumber bahan organik dan unsur hara untuk tanaman hortikultura. Laporan Penelitian Tahun I Hibah Bersaing XI/I. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP3M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Unand. Padang.
- Nurhajati Hakim., dan Agustian., Oksana., E.Fitra., and R. Zamora. 2004. Amelioration of acid soil infertility by (*Tithonia diversifolia*) green manure and lime application. Proceeding 6th International Symposium Plant-Soil Interaction at low pH (PSILPH) on 1-5 August 2004 in Sendai Japan. pp 366-367
- Nurhajati Hakim., dan Agustian 2004. Budidaya gulma *Tithonia* dan pemanfaatannya sebagai bahan substitusi pupuk buatan untuk tanaman hortikultura di lapangan. Laporan Penelitian Tahun II. Hibah Bersaing XI/II. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP3M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Unand. Padang.
-
- _____. 2005a. Cultivation of (*Tithonia diversifolia*) as asources of organic matter and plant nutrients. In Plant Nutrion for food security, human health and environmental protection. Proceeding 15th International Plant Nutrition Colloquium on 14-19 September, 2005. Tsinghua University Press. Beijing-China.. pp 996-997
-
- _____. 2005b. Budidaya *Tithonia* dan pemanfaatannya dalam usaha tani tanaman hortikultura dan tanaman pangan secara berkelanjutan pada Ultisol. Laporan Penelitian Tahun III Hibah Bersaing XI/III. Proyek Peningkatan Penelitian Perguruan Tinggi DP3M Ditjen Dikti. Lembaga Penelitian Unand. Padang
- Nurhajati Hakim., Agustian., dan Hermansah. 2007. Pemanfaatan agen hayati dalam budidaya dan pengomposan *Tithonia* sebagai pupuk alternatif dan pengendali erosi pada Ultisol. Laporan Penelitian Hibah Pasca Tahun I. DP2M Dikti dan Lembaga Peneltian Unand. Padang.
-
- _____. 2008. Pemanfaatan agen hayati dalam budidaya dan pengomposan *Tithonia* sebagai pupuk alternatif dan pengendali erosi pada Ultisol. Laporan Penelitian Hibah Pasca Tahun II. DP2M Dikti dan Lembaga Peneltian Unand. Padang.
-
- _____. 2009a. *Tithonia* compost as a soil amendment for inproving soil fertility and maize grain yield in Ultisol. Proceeding of the 7th International Symposium on Plant-Soil Interaction at Low pH. SCUT Press. Guangzhou, China 2009. pp 228-230
- Nurhajti Hakim., Agustian., Yanti Mala 2009b. Pembuatan dan pemanfaatan pupuk organik *Tithonia* plus dalam penerapan metode SRI pada sawah bukaan baru. Laporan Hasil Penelitian KKP3T Tahun I. LP Unand dan Balitbangtan Deptan.Padang. 46 hal.

- Nurhajti Hakim., Nalwida Rozen., Yanti Mala. 2010. Uji multi lokasi pemanfaatan pupuk organik Tithonia plus untuk mengurangi aplikasi pupuk sintetis dalam meningkatkan hasil padi dengan metode SRI. Laporan Hasil Penelitian Hibah Stranas Tahun I. DP2M Dikti dan LP Unand Padang.46 hal
-
- _____. 2011. Uji Multi Lokasi Pemanfaatan Pupuk Organik Tithonia plus Untuk Mengurangi Aplikasi Pupuk sintetis Dalam Meningkatkan hasil padi dengan Metode SRI. Laporan Hasil Penelitian Hibah Stranas Tahun II. DP2M Dikti dan LP Unand, Padang.47 hal
- Nurhajti Hakim., Agustian., Yanti Mala. 2012. Application of organic Tithonia plus to control iron toxicity and to reduce commercial fertilizer application on new paddy field. Journal of Tropical Soil Vol 17.No2. :135-142.
- Nurhajati Hakim., Nalwida Rozen., dan Jamilah. 2014. Kebutuhan unsur mikro untuk meningkatkan hasil padi sawah intensifikasi yang diberi pupuk organik titonia plus. Laporan Hasil Penelitian Hibah Stranas Tahun I. DP2M Dikti dan LPPM Unand, Padang.
- Nyakpa .M.Y., A.M. Lubis, M.A. Pulung, A.G. Amrah, G.B Hong, dan N. Hakim, 1988. Kesuburan Tanah. Universitas Lampung. Lampung 258 hal.
- Rinsema, W.T. Diterjemahkan oleh H.M Saleh. 1986. Pupuk dan Cara Pemupukan 2. Bharatara Karya Aksara. Jakarta.
- Rosmarkam, A. dan N.W. Yuwono. 2001. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius, Yogyakarta.
- Rutunga, V.; N. K. Karanja; C. K. K. Gachene; and C. A. Palm.1999. Biomass production and nutrient accumulation by *Tephrosia vogelli* and *Titonia diversifolia* fallows during six month growth at Maseno. Biotechnology, Agronomy, Soc. and Environment.3: 237-246.
- Salisbury, F. B., andC. W. Ross. 1992. Plant Phisiology. Four Edition. Wodsworth Pub.Co. Belmont, California.
- Sri Adiningsih, J., A. Sofyan., dan D. Nursyamsi. 2004. Lahan sawah dan Pengelolaannya. Dalam A.Adimihardja eds. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Puslitbangtanak. Deptan Bogor. Halaman 98-126
- Sanchez, P. A. and B. A. Jama. 2000. Soil fertility replenishment takes off in East and Southern Africa. Intenational Symposium on Balanced Nutrient Management Systems for the Moist Savanna and Humid Forest zones of Africa.Held on 9 Oct 2000 in Benin, Africa. 32 pp
- Saragih, S.E. 2008. Pertanian Organik Solusi Hidup Harmoni dan Berkelanjutan. Penebar Swadaya. Jakarta. 156 hal.
- Setroyini D., L.R. Widowati, S. Rochayati. 2010. *Teknologi Pengelolaan Hara Lahan Sawah Intensifikasi*. <http://balittanah.litbang.deptan.go.id>. 31 hal.

LAMPIRAN

Dokumentasi Penelitian



Pembuatan POTP di Rumah Kaca



Pengolahan Lahan Sawah



Tanaman Umur 4 MST



Penyiangan gulma



Tanaman padi pada fase generatif

Judul

: Kebutuhan Unsur Mikro Tanaman Padi pada Sawah
Intensifikasi yang Diberi Pupuk Organik Titonia Plus

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap

: NALWIDA ROZEN

Perguruan Tinggi

: Universitas Andalas

NIDN

: 0004046514



.id

Pangan Sumatera Barat

Tahun Pelaksanaan

: Ir. Djoni

Biaya Tahun Berjalan

: Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun

Biaya Keseluruhan

: Rp 94.000.000,00

: Rp 286.500.000,00



Mengetahui,
Dekan Fakultas Unand

(Prof. Ir. Ardi, MSc.)

NIP/NIK 195312161980031004

Padang, 9 - 11 - 2015

Ketua,

(NALWIDA ROZEN)

NIP/NIK 196504041990032001



Menyetujui,
Ketua LPPM Unand

(Prof. Dr. Herwandi, M.Hum)

NIP/NIK 196209131989011001

Judul

: Kebutuhan Unsur Mikro Tanaman Padi pada Sawah
Intensifikasi yang Diberi Pupuk Organik Titonia Plus

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap

: NALWIDA ROZEN

Perguruan Tinggi

: Universitas Andalas

NIDN

: 0004046514

Jabatan Fungsional

: Lektor Kepala

Program Studi

: Agroteknologi

Nomor HP

: 08126769753

Alamat surel (e-mail)

: nalwida_rozen@yahoo.co.id

Anggota (1)

Nama Lengkap

: GUSNIDAR

NIDN

: 0027126212

Perguruan Tinggi

: Universitas Andalas

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra

: Dinas Pertanian Tanaman Pangan Sumatera Barat

Alamat

: Jalan Sudirman, Padang

Penanggung Jawab

: Ir. Djoni

Tahun Pelaksanaan

: Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun

Biaya Tahun Berjalan

: Rp 94.000.000,00

Biaya Keseluruhan

: Rp 286.500.000,00



Mengetahui,
Dekan Fakultas Unand

(Prof. Ir. Ardi, MSc.)

NIP/NIK 195312161980031004

Padang, 9 - 11 - 2015

Ketua,

(NALWIDA ROZEN)

NIP/NIK 196504041990032001



Menyetujui,
Ketua LPPM Unand

(Prof. Dr. Herwandi, M.Hum)

NIP/NIK 196209131989011001